University of Guadalajara
Information Sistems General Coordination.
Culture and Entertainment Web

June 12th 1995


```
*****************************************************************************
*     Este tutorial foi traduzido para o Português por Jeferson Amaral.     *
*                       e-mail: amaral@inf.ufsm.br                          *
*****************************************************************************
```

Este tutorial tem o intuito de apenas introduzir o leitor ao mundo da programacao em Linguagem Assembly, nao tem, portanto e de forma alguma, plano de esgotar o assunto.

****

T U T O R I A L   D E   L I N G U A G E M   A S S E M B L Y

Conteúdo:

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1.O que há de novo neste material:

Após um ano da realização da primeira versão do tutorial, e através das opiniões recebidas por e-mail, resolvemos ter por disposição todos estes comentários e sugestões. Esperamos que através deste novo material Assembly, as pessoas que se mostrarem interessadas possam aprender mais sobre o seu IBM PC. Esta nova edição do tutorial inclui:

Uma seção completa sobre como usar o programa debug.
Mais exemplos de programas.
Um motor de pesquisa, para qualquer tópico ou item relacionado à esta nova versão.
Considerável reorganização e revisão do material Assembly.
Em cada seção, há um link para o Dicionário On-line de Computação de Dennis Howe.

1.2.Apresentação:

Este tutorial destina-se àquelas pessoas que nunca tiveram contato com a Linguagem Assembly.

O tutorial está completamente focado em computadores com processadores 80x86 da família Intel, e considerando que a base da linguagem é o funcionamento dos recursos internos do processador, os exemplos descritos não são compatíveis com qualquer outra arquitetura.

As informações estão dispostas em unidades ordenadas para permitir fácil acesso a cada tópico, bem como uma melhor navegação pelo tutorial.

Na seção introdutória são mencionados alguns conceitos elementares sobre computadores e a Linguagem Assembly em si.

1.3.Por que aprender Assembly?

A primeira razão para se trabalhar com o assembler é a oportunidade de conhecer melhor o funcionamento do seu PC, o que permite o desenvolvimento de programas de forma mais consistente.

A segunda razão é que você pode ter um controle total sobre o PC ao fazer uso do assembler.

Uma outra razão é que programas assembly são mais rápidos, menores e mais poderosos do que os criados com outras linguagens.

Ultimamente, o assembler (montador) permite uma otimização ideal nos programas, seja no seu tamanho ou execução.

1.4.Nós precisamos da sua opinião:

Nosso intuito é oferecer um modo simples para que você consiga aprender Assembly por si mesmo. Por tanto, qualquer comentário ou sugestão será bem-vinda.

CAPÍTULO 2: CONCEITOS BÁSICOS

Esta seção tem o propósito de fazer um breve comentário a respeito dos principais componentes de um sistema computacional, o que irá permitir ao usuário uma melhor compreensão dos conceitos propostos no decorrer do tutorial.

2.1.DESCRIÇÃO DE UM SISTEMA COMPUTACIONAL

Sistema Computacional.

Chamamos de Sistema Computacional a completa configuração de um computador, incluindo os periféricos e o sistema operacional.

2.1.1.Processador Central.

É também conhecido por CPU ou Unidade Central de Processamento, que por sua vez é composta pela unidade de controle e unidade de lógica e aritmética. Sua função consiste na leitura e escrita do conteúdo das células de memória, regular o tráfego de dados entre as células de memória e registradores especiais, e decodificar e executar as instruções de um programa.

O processador tem uma série de células de memória usadas com freqüência e, dessa forma, são partes da CPU. Estas células são conhecidas com o nome de registradores. Um processador de um PC possui cerca de 14 registradores. Como os PCs tem sofrido evolução veremos que podemos manipular registradores de 16 ou 32 bits.

A unidade de lógica e aritmética da CPU realiza as operações relacionadas ao cálculo simbólico e numérico. Tipicamente estas unidades apenas são capazes de realizar operações elementares, tais como: adição e subtração de dois números inteiros, multiplicação e divisão de número inteiro, manuseio de bits de registradores e comparação do conteúdo de dois registradores.

Computadores pessoais podem ser classificados pelo que é conhecido como tamanho da palavra, isto é, a quantidade de bits que o processador é capaz de manusear de uma só vez.

2.1.2.Memória Principal.

É um grupo de células, agora sendo fabricada com semi-condutores, usada para processamentos gerais, tais como a execução de programas e o armazenamento de informações para operações.

Cada uma das células pode conter um valor numérico e é capaz de ser endereçada, isto é, pode ser identificada de forma singular em relação às outras células pelo uso de um número ou endereço.

O nome genérico destas memórias é Random Access Memory ou RAM. A principal desvantagem deste tipo de memória é o fato de que seus circuitos integrados perdem a informação que armazenavam quando a energia elétrica for interrompida, ou seja, ela é volátil. Este foi o motivo que levou à criação de um outro tipo de memória cuja informação não é perdida quando o sistema é desligado. Estas memórias receberam o nome de Read Only Memory ou ROM.

2.1.3.Unidades de Entrada e Saída.

Para que o computador possa ser útil para nós se faz necessário que o processador se comunique com o exterior através de interfaces que permitem a entrada e a saída de informação entre ele e a memória. Através do uso destas comunicações é possível introduzir informação a ser processada e mais tarde visualizar os dados processados.

Algumas das mais comuns unidades de entrada são o teclado e o mouse. As mais comuns unidades de saída são a tela do monitor e a impressora.

2.1.4.Unidades de Memória Auxiliar.

Considerando o alto custo da memória principal e também o tamanho das aplicações atualmente, vemos que ela é muito limitada. Logo, surgiu a necessidade da criação de dispositivos de armazenamento práticos e econômicos.

Estes e outros inconvenientes deram lugar às unidades de memória auxiliar, periféricos. As mais comuns são as fitas e os discos magnéticos.

A informação ali armazenada será dividida em arquivos. Um arquivo é feito de um número variável de registros, geralmente de tamanho fixo, podendo conter informação ou programas.

2.2.CONCEITOS BÁSICOS

2.2.1.Informação no computador:

2.2.1.1.Unidades de informação

Para o PC processar a informação, é necessário que ela esteja em células especiais, chamadas registradores.

Os registradores são grupos de 8 ou 16 flip-flops.

Um flip-flop é um dispositivo capaz de armazenar 2 níveis de voltagem, um baixo, geralmente 0.5 volts, e outro comumente de 5 volts. O nível baixo de energia no flip-flop é interpretado como desligado ou 0, e o nível alto, como ligado ou 1. Estes estados são geralmente conhecidos como bits, que são a menor unidade de informação num computador.

Um grupo de 16 bits é conhecido como palavra; uma palavra pode ser dividida em grupos de 8 bits chamados bytes, e grupos de 4 bits chamados nibbles.

2.2.1.2.Sistemas numéricos

O sistema numérico que nós usamos diariamente é o decimal, mas este sistema não é conveniente para máquinas, pois ali as informações têm que ser codificadas de modo a interpretar os estados da corrente (ligado-desligado); este modo de código faz com que tenhamos que conhecer o cálculo posicional que nos permitirá expressar um número em qualquer base onde precisarmos dele.

É possível representar um determinado número em qualquer base através da seguinte fórmula:

Onde n é a posição do dígito, iniciando da direita para a esquerda e numerando de 0. D é o dígito sobre o qual nós operamos e B é a base numérica usada.

2.2.1.3.Convertendo números binários para decimais

Quando trabalhamos com a Linguagem Assembly encontramos por acaso a necessidade de converter números de um sistema binário, que é usado em computadores, para o sistema decimal usado pelas pessoas.

O sistema binário é baseado em apenas duas condições ou estados, estar ligado(1), ou desligado(0), portanto sua base é dois.

Para a conversão, podemos usar a fórmula de valor posicional:

Por exemplo, se tivermos o número binário 10011, tomamos cada dígito da direita para a esquerda e o multiplicamos pela base, elevando à potência correspondente à sua posição relativa:

```
Binary:         1         1       0       0       1

Decimal:       1*2^0  + 1*2^1 + 0*2^2 + 0*2^3 + 1*2^4
            =   1     +   2   +   0   +   0   +  16  = 19 decimal.
```

O caracter ^ é usado em computação como símbolo para potência e * para a multiplicação.

2.2.1.4.Convertendo números decimais para binário

Há vários métodos para se converter números decimais para binário; apenas um será analizado aqui. Naturalmente a conversão com uma calculadora científica é muito mais fácil, mas nem sempre podemos contar com isso, logo o mais conveniente é, ao menos, sabermos uma fórmula para fazê-la.

O método resume-se na aplicação de divisões sucessivas por 2, mantendo o resto como o dígito binário e o resultado como o próximo número a ser dividido.

Tomemos como exemplo o número decimal 43.

43/2=21 e o resto é 1; 21/2=10 e o resto é 1; 10/2=5 e o resto é 0;
5/2=2 e o resto é 1; 2/2=1 e o resto é 0; 1/2=0 e o resto é 1.

Para construir o equivalente binário de 43, vamos pegar os restos obtidos de baixo para cima, assim temos 101011.

2.2.1.5.Sistema hexadecimal

Na base hexadecimal temos 16 dígitos, que vão de 0 a 9 e da letra A até a F, estas letras representam os números de 10 a 15. Portanto contamos:
0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E, e F.

A conversão entre números binários e hexadecimais é fácil. A primeira coisa a fazer é dividir o número binário em grupos de 4 bits, começando da direita para a esquerda. Se no grupo mais à direita sobrarem dígitos, completamos com zeros.

Tomando como exemplo o número binário 101011, vamos dividi-lo em grupos de 4 bits:

10;1011

Preenchendo o último grupo com zeros (o um mais à esquerda):

0010;1011

A seguir, tomamos cada grupo como um número independente e consideramos o seu valor decimal:

0010=2;1011=11

Entretanto, observa-se que não podemos representar este número como 211, isto seria um erro, uma vez que os números em hexa maiores que 9 e menores que 16 são representados pelas letras A,B,...,F. Logo, obtemos como resultado:

2Bh, onde o "h" representa a base hexadecimal.

Para a conversão de um número hexadecimal em binário é apenas necessário inverter os passos: tomamos o primeiro dígito hexadecimal e o convertemos para binário, a seguir o segundo, e assim por diante.

2.2.2.Métodos de representação de dados num computador.

2.2.2.1.Código ASCII

ASCII significa American Standard Code for Information Interchange. Este código contém as letras do alfabeto, dígitos decimais de 0 a 9 e alguns símbolos adicionais como um número binário de 7 bits, tendo o oitavo bit em 0, ou seja, desligado.

Deste modo, cada letra, dígito ou caracter especial ocupa 1 byte na memória do computador.

Podemos observar que este método de representação de dados é muito ineficiente no aspecto numérico, uma vez que no formato binário 1 byte não é suficiente para representar números de 0 a 255, com o ASCII podemos representar apenas um dígito.

Devido a esta ineficiência, o código ASCII é usado, principalmente, para a representação de textos.

2.2.2.2.Método BCD

BCD significa Binary Coded Decimal.

Neste método grupos de 4 bits são usados para representar cada dígito decimal de 0 a 9. Com este método podemos representar 2 dígitos por byte de informação.

Vemos que este método vem a ser muito mais prático para representação numérica do que o código ASCII. Embora ainda menos prático do que o binário, com o método BCD podemos representar dígitos de 0 a 99. Com o binário, vemos que o alcance é maior, de 0 a 255.

Este formato (BCD) é principalmente usado na representação de números grandes, aplicações comerciais, devido às suas facilidades de operação.

2.2.2.3.Representação de ponto flutuante

Esta representação é baseada em notação científica, isto é, representar um número em 2 partes: sua base e seu expoente.

Por exemplo o número decimal 1234000, é representado como 1.234*10^6, observamos que o expoente irá indicar o número de casas que o ponto decimal deve ser movido para a direita, a fim de obtermos o número original.

O expoente negativo, por outro lado, indica o número de casas que o ponto decimal deve se locomover para a esquerda.

2.3.PROGRAMA DEBUG

2.3.1.Processo de criação de programas.

Para a criação de programas são necessários os seguintes passos:

- Desenvolvimento do algoritmo, estágio em que o problema a ser solucionado é estabelecido e a melhor solução é proposta, criação de diagramas esquemáticos relativos à melhor solução proposta.
- Codificação do algoritmo, o que consiste em escrever o programa em alguma linguagem de programação; linguagem assembly neste caso específico, tomando como base a solução proposta no passo anterior.
- A transformação para a linguagem de máquina, ou seja, a criação do programa objeto, escrito como uma seqüência de zeros e uns que podem ser interpretados pelo processador.
- O último estágio é a eliminação de erros detectados no programa na fase de teste. A correção normalmente requer a repetição de todos os passos, com observação atenta.

2.3.2.Registradores da CPU.

Para o propósito didático, vamos focar registradores de 16 bits. A CPU possui 4 registradores internos, cada um de 16 bits. São eles AX, BX, CX e DX. São registradores de uso geral e também podem ser usados como registradores de 8 bits. Para tanto devemos referenciá-los como, por exemplo, AH e AL, que são, respectivamente, o byte high e o low do registrador AX. Esta nomenclatura também se aplica para os registradores BX, CX e DX.

Os registradores, segundo seus respectivos nomes:

AX Registrador Acumulador
BX Registrador Base
CX Registrador Contador
DX Registrador de Dados
DS Registrador de Segmento de Dados
ES Registrador de Segmento Extra
SS Registrador de Segmento de Pilha
CS Registrador de Segmento de Código
BP Registrador Apontador da Base
SI Registrador de Índice Fonte
DI Registrador de Índice Destino
SP Registrador Apontador de Pilha
IP Registrador Apontador da Próxima Instrução
F Registrador de Flag

2.3.3.Programa Debug.

Para a criação de um programa em assembler existem 2 opções: usar o TASM - Turbo Assembler da Borland, ou o DEBUGGER. Nesta primeira seção vamos usar o debug, uma vez que podemos encontrá-lo em qualquer PC com o MS-DOS.

Debug pode apenas criar arquivos com a extensão .COM, e por causa das características deste tipo de programa, eles não podem exceder os 64 Kb, e também devem iniciar no endereço de memória 0100H dentro do segmento específico. É importante observar isso, pois deste modo os programas .COM não são relocáveis.

Os principais comandos do programa debug são:

A Montar instruções simbólicas em código de máquina
D Mostrar o conteúdo de uma área da memória
E Entrar dados na memória, iniciando num endereço específico
G Rodar um programa executável na memória
N Dar nome a um programa
P Proceder, ou executar um conjunto de instruções relacionadas
Q Sair do programa debug
R Mostrar o conteúdo de um ou mais registradores
T Executar passo a passo as instruções
U Desmontar o código de máquina em instruções simbólicas
W Gravar um programa em disco

É possível visualizar os valores dos registradores internos da CPU usando o programa Debug. Debug é um programa que faz parte do pacote do DOS, e pode ser encontrado normalmente no diretório C:\DOS. Para iniciá-lo, basta digitar Debug na linha de comando:

```
C:/>Debug [Enter]
-
```

Você notará então a presença de um hífen no canto inferior esquerdo da tela. Não se espante, este é o prompt do programa. Para visualizar o conteúdo dos registradores, experimente:

```
-r[Enter]

AX=0000  BX=0000  CX=0000  DX=0000  SP=FFEE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=0D62  ES=0D62  SS=0D62  CS=0D62  IP=0100   NV UP EI PL NZ NA PO NC
0D62:0100 2E            CS:
0D62:0101 803ED3DF00    CMP     BYTE PTR [DFD3],00                CS:DFD3=03
```

É mostrado o conteúdo de todos os registradores internos da CPU; um modo alternativo para visualizar um único registrador é usar o camando "r" seguido do parâmetro que faz referência ao nome do registrador:

```
-rbx
BX 0000
:
```

Esta instrução mostrará o conteúdo do registrador BX e mudará o indicador do Debug de "-" para ":"

Quando o prompt assim se tornar, significa que é possível, embora não obrigatória, a mudança do valor contido no registrador, bastando digitar o novo valor e pressionar [Enter]. Se você simplesmente pressionar [Enter] o valor antigo se mantém.

2.3.4.Estrutura Assembly.

Nas linhas do código em Linguagem Assembly há duas partes: a primeira é o nome da instrução a ser executada; a segunda, os parâmetros do comando. Por exemplo:

```
add ah bh
```

Aqui "add" é o comando a ser executado, neste caso uma adição, e "ah" bem como "bh" são os parâmetros.

Por exemplo:

mov al, 25

No exemplo acima, estamos usando a instrução mov, que significa mover o valor 25 para o registrador al.

O nome das instruções nesta linguagem é constituído de 2, 3 ou 4 letras. Estas instruções são chamadas mnemônicos ou códigos de operação, representando a função que o processador executará.

Às vezes instruções aparecem assim:

add al,[170]

Os colchetes no segundo parâmetro indica-nos que vamos trabalhar com o conteúdo da célula de memória de número 170, ou seja, com o valor contido no endereço 170 da memória e não com o valor 170, isto é conhecido como "endereçamento direto".

2.3.5.Criando um programa simples em assembly.

Não nos responsabilizaremos pela má execução ou possíveis danos causados por quaisquer exemplos que de agora em diante aparecerão, uma vez que os mesmos, apesar de testados, são de caráter didático. Vamos, então, criar um programa para ilustrar o que vimos até agora. Adicionaremos dois valores:

O primeiro passo é iniciar o Debug, o que já vimos como fazer anteriormente.

Para montar um programa no Debug, é usado o comando "a" (assemble); quando usamos este comando, podemos especificar um endereço inicial para o nosso programa como o parâmetro, mas é opcional. No caso de omissão, o endereço inicial é o especificado pelos registradores CS:IP, geralmente 0100h, o local em que programas com extensão .COM devem iniciar. E será este o local que usaremos, uma vez que o Debug só pode criar este tipo de programa.

Embora neste momento não seja necessário darmos um parâmetro ao comando "a", isso é recomendável para evitar problemas, logo:

```
a 100[enter]
mov ax,0002[enter]
mov bx,0004[enter]
add ax,bx[enter]
nop[enter][enter]
```

O que o programa faz? Move o valor 0002 para o registrador ax, move o valor 0004 para o registrador bx, adiciona o conteúdo dos registradores ax e bx, guardando o resultado em ax e finalmente a instrução nop (nenhuma operação) finaliza o programa.

No programa debug, a tela se parecerá com:

```
C:\>debug
-a 100
0D62:0100 mov ax,0002
0D62:0103 mov bx,0004
0D62:0106 add ax,bx
0D62:0108 nop
0D62:0109
```

Entramos com o comando "t" para executar passo a passo as instruções:

```
-t

AX=0002  BX=0000  CX=0000  DX=0000  SP=FFEE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=0D62  ES=0D62  SS=0D62  CS=0D62  IP=0103   NV UP EI PL NZ NA PO NC
0D62:0103 BB0400        MOV     BX,0004
```

Vemos o valor 0002 no registrador AX. Teclamos "t" para executar a segunda instrução:

```
-t

AX=0002  BX=0004  CX=0000  DX=0000  SP=FFEE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=0D62  ES=0D62  SS=0D62  CS=0D62  IP=0106   NV UP EI PL NZ NA PO NC
0D62:0106 01D8          ADD     AX,BX
```

Teclando "t" novamente para ver o resultado da instrução add:

```
-t

AX=0006  BX=0004  CX=0000  DX=0000  SP=FFEE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=0D62  ES=0D62  SS=0D62  CS=0D62  IP=0108   NV UP EI PL NZ NA PE NC
0D62:0108 90            NOP
```

A possibilidade dos registradores conterem valores diferentes existe, mas AX e BX devem conter os mesmos valores acima descritos.

Para sair do Debug usamos o comando "q" (quit).

2.3.6.Armazenando e carregando os programas.

Não seria prático ter que digitar o programa cada vez que iniciássemos o Debug. Ao invés disso, podemos armazená-lo no disco. Só que o mais interessante nisso é que um simples comando de salvar cria um arquivo com a extensão .COM, ou seja, executável - sem precisarmos efetuar os processos de montagem e ligação, como veremos posteriormente com o TASM.

Eis os passos para salvar um programa que já esteja na memória:

- Obter o tamnho do programa subtraindo o endereço final do endereço inicial, naturalmente que no sistema hexadecimal.
- Dar um nome ao programa.
- Colocar o tamanho do programa no registrador CX.
- Mandar o debug gravar o programa em disco.

Usando como exemplo o seguinte programa, vamos clarear a idéia de como realizar os passos acima descritos:

```
0C1B:0100 mov ax,0002
0C1B:0103 mov bx,0004
0C1B:0106 add ax,bx
0C1B:0108 int 20
0C1B:010A
```

Para obter o tamanho de um programa, o comando "h" é usado, já que ele nos mostra a adição e subtração de dois números em hexadecimal. Para obter o tamanho do programa em questão, damos como parâmetro o valor do endereço final do nosso programa (10A),

e o endereço inicial (100). O primeiro resultado mostra-nos a soma dos endereços, o segundo, a subtração.

```
-h 10a 100
020a 000a
```

O comando "n" permite-nos nomear o programa.

```
-n test.com
```

O comando "rcx" permite-nos mudar o conteúdo do registrador CX para o valor obtido como tamanho do arquivo com o comando "h", neste caso 000a.

```
-rcx
CX 0000
:000a
```

Finalmente, o comando "w" grava nosso programa no disco, indicando quantos bytes gravou.

```
-w
Writing 000A bytes
```

Para já salvar um arquivo quando carregá-lo, 2 passos são necessários:

Dar o nome do arquivo a ser carregado.
Carregá-lo usando o comando "l" (load).

Para obter o resultado correto destes passos, é necessário que o programa acima já esteja criado.

Dentro do Debug, escrevemos o seguinte:

```
-n test.com
-l
-u 100 109
0C3D:0100 B80200 MOV AX,0002
0C3D:0103 BB0400 MOV BX,0004
0C3D:0106 01D8 ADD AX,BX
0C3D:0108 CD20 INT 20
```

O último comando "u" é usado para verificar que o programa foi carregado na memória. O que ele faz é desmontar o código e mostrá-lo em assembly. Os parâmetros indicam ao Debug os endereços inicial e final a serem desmontados.

O Debug sempre carrega os programas na memória no endereço 100h, conforme já comentamos.

CAPÍTULO 3: PROGRAMAÇÃO ASSEMBLY

3.1.1.SOFTWARE NECESSÁRIO

Para que possamos criar um programa, precisamos de algumas ferramentas:

Primeiro de um editor para criar o programa fonte. Segundo de um montador, um programa que irá transformar nosso fonte num programa objeto. E, terceiro, de um linker (ligador) que irá gerar o programa executável a partir do programa objeto.

O editor pode ser qualquer um que dispusermos. O montador será o TASM macro assembler da Borland, e o linker será o TLINK, também da Borland.

Nós devemos criar os programas fonte com a extensão .ASM para que o TASM reconheça e o transforme no programa objeto, um "formato intermediário" do programa, assim chamado porque ainda não é um programa executável e tão pouco um programa fonte. O linker gera a partir de um programa .OBJ, ou da combinação de vários deles, um programa executável, cuja extensão é normalmente .EXE, embora possa ser .COM dependendo da forma como for montado e ligado.

3.1.2.PROGRAMAÇÃO ASSEMBLY

Para construirmos os programas com o TASM, devemos estruturar o fonte de forma diferenciada ao que fazíamos com o programa debug.

É importante incluir as seguintes diretivas assembly:

.MODEL SMALL
Define o melo de memória a usar em nosso programa

.CODE
Define as instruções do programa, relacionado ao segmento de código

.STACK
Reserva espaço de memória para as instruções de programa na pilha

END
Finaliza um programa assembly

Vamos programar

Primeiro passo

Use qualquer editor para criar o programa fonte. Entre com as seguintes
linhas:

Primeiro exemplo

```
; use ; para fazer comentários em programas assembly
.MODEL SMALL ;modelo de memória
.STACK       ;espaço de memória para instruções do programa na pilha
.CODE        ;as linhas seguintes são instruções do programa
  mov ah,01h ;move o valor 01h para o registrador ah
  mov cx,07h ;move o valor 07h para o registrador cx
  int 10h    ;interrupção 10h
  mov ah,4ch ;move o valor 4ch para o registrador ah
  int 21h    ;interrupção 21h
END          ;finaliza o código do programa
```

Este programa assembly muda o tamanho do cursor.

Segundo passo

Salvar o arquivo com o seguinte nome: exam1.asm
Não esquecer de salvá-lo no formato ASCII.

Terceiro passo

Usar o programa TASM para construir o programa objeto.

Exemplo:

```
C:\>tasm exam1.asm
Turbo Assembler  Version 2.0  Copyright (c) 1988, 1990 Borland International

Assembling file:   exam1.asm
Error messages:    None
Warning messages:  None
Passes:            1
Remaining memory:  471k
```

O TASM só pode criar programas no formato .OBJ, que ainda não pode ser executado...

Quarto passo

Usar o programa TLINK para criar o programa executável.

Exemplo:

```
C:\>tlink exam1.obj
Turbo Link  Version 3.0 Copyright (c) 1987, 1990 Borland International

C:\>
```

Onde exam1.obj é o nome do programa intermediário, .OBJ. O comando acima gera diretamente o arquivo com o nome do programa intermediário e a extensão .EXE. É opcional a colocação da extensão .obj no comando.

Quinto passo

Executar o programa executável criado.

```
C:\>exam1[enter]
```

Lembre-se, este programa assembly muda o tamanho do cursor no DOS.

3.2.Processo Assembly.

3.2.1.SEGMENTOS

A arquitetura dos processadores x86 força-nos a usar segmentos de memória para gerenciar a informação, o tamanho destes segmentos é de 64Kb.

A razão de ser destes segmentos é que, considerando que o tamanho máximo de um número que o processador pode gerenciar é dado por uma palavra de 16 bits ou registrador, assim não seria possível acessar mais do que 65536 locais da memória usando apenas um destes registradores. Mas agora, se a memória do PC é dividida em grupos de segmentos, cada um com 65536 locais, e podemos usar um endereço ou registrador exclusivo para encontrar cada segmento, e ainda fazemos cada endereço de um específico slot com dois registradores, nos é possível acessar a quantidade de 4294967296 bytes de memória, que é, atualmente, a maior memória que podemos instalar num PC.

Desta forma, para que o montador seja capaz de gerenciar os dados, se faz necessário que cada informação ou instrução se encontre na área correspondente ao seu segmento. O endereço do segmento é fornecido ao montador pelos registradores DS, ES, SS e CS. Lembrando um programa no Debug, observe:

```
1CB0:0102 MOV AX,BX
```

O primeiro número 1CB0, corresponde ao segmento de memória que está sendo usado, o segundo é uma referência ao endereço dentro do segmento, é um deslocamento dentro do segmento offset.

O modo usado para indicar ao montador com quais segmentos vamos trabalhar é fazendo uso das diretivas .CODE, .DATA e .STACK.

O montador ajusta o tamanho dos segmentos tomando como base o número de bytes que cada instrução assembly precisa, já que seria um desperdício de memória usar segmentos inteiros. Por exemplo, se um programa precisa de apenas 10Kb para armazenar dados, o segmento de dados seria apenas de 10Kb e não de 64Kb, como poderia acontecer se feito manualmente.

3.2.2.TABELAS DE EQUIVALÊNCIA

Cada uma das partes numa linha de código assembly é conhecida como token, por exemplo:

```
MOV AX,Var
```

Aqui temos três tokens, a instrução MOV, o operador AX e o operador VAR. O que o montador faz para gerar o código OBJ é ler cada um dos tokens e procurar a equivalência em código de máquina em tabelas correspondentes, seja de palavras reservadas, tabela de códigos de operação, tabela de símbolos, tabela de literais, onde o significado dos mnemônicos e os endereços dos símbolos que usamos serão encontrados.

A maioria dos montadores são de duas passagens. Em síntese na primeira passagem temos a definição dos símbolos, ou seja, são associados endereços a todas as instruções do programa. Seguindo este processo, o assembler lê MOV e procura-o na tabela de códigos de operação para encontrar seu equivalente na linguagem de máquina. Da mesma forma ele lê AX e encontra-o na tabela correspondente como sendo

um registrador. O processo para Var é um pouco diferenciado, o montador verifica que ela não é uma palavra reservada, então procura na tabela de símbolos, lá encontrando-a ele designa o endereço correspondente, mas se não encontrou ele a insere na tabela para que ela possa receber um endereço na segunda passagem. Ainda na primeira passagem é executado parte do processamento das diretivas, é importante notar que as diretivas não criam código objeto. Na passagem dois são montadas as instruções, traduzindo os códigos de operação e procurando os endereços, e é gerado o código objeto.

Há símbolos que o montador não consegue encontrar, uma vez que podem ser declarações externas. Neste caso o linker entra em ação para criar a estrutura necessária a fim de ligar as diversas possíveis partes de código, dizendo ao loader que o segmento e o token em questão são definidos quando o programa é carregado e antes de ser executado.

3.3.Mais programas.

Outro exemplo

Primeiro passo

Use qualquer editor e crie o seguinte:

```
;exemplo2
.model small
.stack
.code
 mov ah,2h  ;move o valor 2h para o registrador ah
 mov dl,2ah ;move o valor 2ah para o registrador dl
            ;(é o valor ASCII do caractere *)
 int 21h    ;interrupção 21h
 mov ah,4ch ;função 4ch, sai para o sistema operacional
 int 21h    ;interrupção 21h
end         ;finaliza o programa
```

Segundo passo

Salvar o arquivo com o nome: exam2.asm
Não esquecer de salvar em formato ASCII.

Terceiro passo

Usar o programa TASM para construir o programa objeto.

```
C:\>tasm exam2.asm
Turbo Assembler  Version 2.0  Copyright (c) 1988, 1990 Borland International

Assembling file:   exam2.asm
Error messages:    None
Warning messages:  None
Passes:            1
Remaining memory:  471k
```

Quarto passo

Usar o programa TLINK para criar o programa executável.

```
C:\>tlink exam2.obj
Turbo Link  Version 3.0 Copyright (c) 1987, 1990 Borland International
```

Quinto passo

Executar o programa:

```
C:\>exam2[enter]
*
C:\>
```

Este programa imprime o caracter * na tela.

Clique aqui para obter mais programas

3.4.Tipos de instruções.

3.4.1.MOVIMENTO DE DADOS

Em qualquer programa há necessidade de se mover dados na memória e em registradores da CPU; há vários modos de se fazê-lo: pode-se copiar os dados da memória para algum registrador, de registrador para registrador, de um registrador para a pilha, da pilha para um registrador, transmitir dados para um dispositivo externo e vice-versa.

Este movimento de dados é sujeito a regras e restrições, entre elas:

*Não é possível mover dados de um local da memória para outro diretamente; é necessário primeiro mover o dado do local de origem para um registrador e então do registrador para o local de destino.

*Não é possível mover uma constante diretamente para um registrador de segmento; primeiro deve-se mover para um registrador.

É possível mover blocos de dados através de instruções movs, que copia uma cadeia de bytes ou palavras; movsb copia n bytes de um local para outro; e movsw copia n palavras. A última das duas instruções toma os valores dos endereços definidos por DS:SI como o grupo de dados a mover e ES:DI como a nova localização dos dados.

Para mover dados há também estruturas chamadas pilhas, onde o dado é introduzido com a instrução push e é extraído com a instrução pop

Numa pilha o primeiro dado a entrar é o último a sair, por exemplo:

```
  PUSH AX
  PUSH BX
  PUSH CX
```

Para retornar os valores da pilha referentes à cada registrador é necessário seguir-se a ordem:

```
  POP CX
  POP BX
  POP AX
```

Para a comunicação com dispositivos externos o comando de saída é usado para o envio de informações a uma porta e o comando de entrada é usado para receber informação de uma porta.

A sintaxe do comando de saída:

OUT DX,AX

Onde DX contém o valor da porta que será usada para a comunicação e AX contém a informação que será enviada.

A sintaxe do comando de entrada:

IN AX,DX

Onde AX é o registrador onde a informação será armazenada e DX contém o endereço da porta de onde chegará a informação.

3.4.2.OPERAÇÕES LÓGICAS E ARITMÉTICAS

As instruções de operações lógicas são: and, not, or e xor. Elas trabalham a nível de bits em seus operadores.

Para verificar o resultado das operações usamos as instruções cmp e test.

As instruções usadas para operações algébricas são: para adição add, para subtração sub, para multiplicação mul e para divisão div.

Quase todas as instruções de comparação são baseadas na informação contida no registrador de flag. Normalmente os flags do registrador que podem ser manuseados diretamente pelo programador são os da direção de dados DF, usado para definir as operações sobre cadeias. Uma outro que pode também ser manuseado é o flag IF através das instruções sti e cli, para ativar e desativar as interrupções.

3.4.3.SALTOS, LOOPS E PROCEDIMENTOS

Saltos incondicionais na escrita de programas em linguagem assembly são dados pela instrução jmp; um salto é usado para modificar a seqüência da execução das instruções de um programa, enviando o controle ao endereço indicado, ou seja, o registrador contador de programa recebe este novo endereço.

Um loop, também conhecido como interação, é a repetição de um processo um certo número de vezes até atingir a condição de parada.

CAPÍTULO 4: INSTRUÇÕES ASSEMBLY

4.1. Instruções de operação de dados

4.1.1.Instruções de transferência.

São usadas para mover o conteúdo dos operadores. Cada instrução pode ser usada com diferentes modos de endereçamento.

MOV
MOVS (MOVSB) (MOVSW)

INSTRUÇÃO MOV

Propósito: Transferência de dados entre células de memória, registradores e o acumulador.

Sintaxe:

MOV Destino,Fonte

Destino é o lugar para onde o dado será movido e Fonte é o lugar onde o dado está.

Os diferentes movimentos de dados permitidos para esta instrução são:

*Destino: memória.	Fonte: acumulador
*Destino: acumulador.	Fonte: memória
*Destino: registrador de segmento.	Fonte: memória/registrador
*Destino: memória/regitrador.	Fonte: registrador de segmento
*Destino: registrador.	Fonte: registrador
*Destino: registrador.	Fonte: memória
*Destino: memória.	Fonte: registrador
*Destino: registrador.	Fonte: dado imediato
*Destino: memória.	Fonte: dado imediato

Exemplo:

```
MOV AX,0006h
MOV BX,AX
MOV AX,4C00h
INT 21h
```

Este pequeno programa move o valor 0006h para o registrador AX, então ele move o conteúdo de AX (0006h) para o registrador BX, e finalmente move o valor 4C00h para o registrador AX para terminar a execução com a opção 4C da interrupção 21h.

INSTRUÇÕES MOVS (MOVSB) (MOVSW)

Propósito: Mover byte ou cadeias de palavra da fonte, endereçada por SI, para o destino endereçado por DI.

Sintaxe:

MOVS

Este comando não necessita de parâmetros uma vez que toma como endereço fonte o conteúdo do registrador SI e como destino o conteúdo de DI. A seguinte seqüência de instruções ilustra isso:

```
MOV SI, OFFSET VAR1
MOV DI, OFFSET VAR2
MOVS
```

Primeiro inicializamos os valores de SI e DI com os endereços das variáveis VAR1 e VAR2 respectivamente, então após a execução de MOVS o conteúdo de VAR1 é copiado para VAR2.

As instruções MOVSB e MOVSW são usadas do mesmo modo que MOVS, a primeira move um byte e a segunda move uma palavra.

Instruções de carga.

São instruções específicas para registradores, usadas para carregar bytes ou cadeias de bytes num registrador.

LODS (LODSB) (LODSW)
LAHF
LDS
LEA
LES

INSTRUÇÕES LODS (LODSB) (LODSW)

Propósito: Carregar cadeias de um byte ou uma palavra para o acumulador.

Sintaxe:

LODS

Esta instrução toma a cadeia encontrada no endereço especificado por SI, a carrega para o registrador AL (ou AX) e adiciona ou subtrai, dependendo do estado de DF, para SI se é uma transferência de bytes ou de palavras.

```
MOV SI, OFFSET VAR1
LODS
```

Na primeira linha vemos a carga do endereço de VAR1 em SI e na segunda é tomado o conteúdo daquele local para o regiustrador AL.

Os comandos LODSB e LODSW são usados do mesmo modo, o primeiro carrega um byte e o segundo uma palavra (usa todo o registrador AX).

INSTRUÇÃO LAHF

Propósito: Transferir o conteúdo dos flags para o registrador AH.

Sintaxe:

LAHF

Esta instrução é útil para verificar o estado dos flags durante a execução do nosso programa.

Os flags são deixados na seguinte ordem dentro do registrador:

SF ZF ?? AF ?? PF ?? CF

O "??" significa que haverá um valor indefinido naqueles bits.

INSTRUÇÃO LDS

Propósito: Carregar o registrador de segmento de dados.

Sintaxe:

LDS destino,fonte

O operador fonte deve ser uma double word na memória. A palavra associada com o maior endereço é transferida para DS, em outras palavras isto é tomado como o endereço de segmento. A palavra associada com o menor endereço é o endereço de deslocamento e é depositada no registrador indicado como destino.

INSTRUÇÃO LEA

Propósito: Carregar o endereço do operador fonte.

Sintaxe:

LEA destino,fonte

O operador fonte deve estar localizado na memória, e seu deslocamento é colocado no registrador de índice ou ponteiro especificado no destino.

Para ilustrar uma das facilidades que temos com este comando, vejamos:

MOV SI,OFFSET VAR1

É equivalente a:

LEA SI,VAR1

É muito provável que para o programador é muito mais fácil criar programas grandes usando este último formato.

INSTRUÇÃO LES

Propósito: Carregar o registrador de segmento extra

Sintaxe:

LES destino,fonte

O operador fonte deve ser uma palavra dupla na memória. O conteúdo da palavra com endereço maior é interpretado como o endereço do segmento e é colocado em ES. A palavra com endereço menor é o endereço do deslocamento e é colocada no registrador especificado no parâmetro de destino.

Instruções de manipulação da pilha.

Estas instruções permitem usar a pilha para armazenar ou recuperar dados.

POP
POPF
PUSH
PUSHF

INSTRUÇÃO POP

Propósito: Recuperar uma parte de informação da pilha.

Sintaxe:

POP destino

Esta instrução transfere o último valor armazenado na pilha para o operador de destino, e incrementa de 2 o registrador SP.

Este incremento é duplo pelo fato de que a pilha do mais alto endereço de memória para o mais baixo, e a pilha trabalha apenas com palavras, 2 bytes, logo deve ser 2 o incremento de SP, na realidade 2 está sendo subtraído do tamanho real da pilha.

INSTRUÇÃO POPF

Propósito: Extrair os flags armazenados na pilha.

Sintaxe:

POPF

Este comando transfere os bits da palavra armazenada na parte mais alta da pilha para registrador de flag.

O modo da transferência é como se segue:

BIT	FLAG
0	CF
2	PF
4	AF
6	ZF
7	SF
8	TF
9	IF
10	DF
11	OF

Os locais dos bits são os mesmos para o uso da instrução PUSHF.

Uma vez feita a transferência o registrador SP é incrementado de 2, conforme vimos anteriormente.

INSTRUÇÃO PUSH

Propósito: Coloca uma palavra na pilha.

Sintaxe:

PUSH fonte

A instrução PUSH decrementa de dois o valor de SP e então transfere o conteúdo do operador fonte para o novo endereço desultante no registrador recém modificado.

O decremento no endereço é duplo pelo fato de que quando os valores são adicionados à pilha, que cresce do maior para o menor endereço, logo quando subraímos de 2 o registrador SP o que fazemos é incrementar o tamanho da pilha em dois bytes, que é a única quantidade de informação que a pilha pode manusear em cada entrada e saída.

INSTRUÇÃO PUSHF

Propósito: Colocar os valores dos flags na pilha.

Sintaxe:

PUSHF

Este comando decrementa de 2 o valor do registrador SP e então o conteúdo do registrador de flag é transferido para a pilha, no endereço indicado por SP.

Os flags são armazenados na memória da mesma forma que o comando POPF.

4.2. Instruções lógicas e aritméticas

4.2.1.Instruções lógicas

São usadas para realizar operações lógicas nos operadores.

- AND
- NEG
- NOT
- OR
- TEST
- XOR

INSTRUÇÃO AND

Propósito: Realiza a conjunção de operadores bit a bit.

Sintaxe:

AND destino,fonte

Com esta instrução a operação lógica "y" para ambos os operadores é usada como na tabela:

Fonte	Destino	Destino
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

O resultado desta operação é armazenado no operador de destino.

INSTRUÇÃO NEG

Propósito: Gera o complemento de 2.

Sintaxe:

NEG destino

Esta instrução gera o complemento de 2 do operador destino e o armazena no mesmo operador. Por exemplo, if AX armazena o valor 1234H, então:

NEG AX

Isto fará com o que o valor EDCCH fque armazenado no registrador AX.

INSTRUÇÃO NOT

Propósito: Faz a negação do operador de destino bit a bit.

Sintaxe:

NOT destino

O resultado é armazenado no mesmo operador de destino.

INSTRUÇÃO OR

Propósito: Realiza um OU lógico.

Sintaxe:

OR destino,fonte

A instrução OR, faz uma disjunção lógica bit a bit dos dois operadores:

Fonte	Destino	Destino
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

INSTRUÇÃO TEST

Propósito: Compara logicamente os operadores.

Sintaxe:

TEST destino,fonte

Realiza uma conjunção, bit a bit, dos operadores, mas difere da instrução AND, uma vez que não coloca o resultado no operador de destino. Tem efeito sobre o registrador de flag.

INSTRUÇÃO XOR

Propósito: Realiza um OU exclusivo.

Sintaxe:

XOR destino,fonte

Esta instrução realizxa uma disjunção exclusiva de dois operadores bit a bit.

Fonte	Destino	Destino
1	1	0
0	0	1
0	1	1
0	0	0

4.2.2.Instruções aritméticas.

São usadas para realizar operações aritméticas nos operadores.

ADC
ADD
DIV
IDIV
MUL
IMUL
SBB
SUB

INSTRUÇÃO ADC

Propósito: Efetuar a soma entre dois operandos com carry.

Sintaxe:

ADC destino,fonte

Esta instrução efetua a soma entre dois operandos, mais o valor do flag CF, existente antes da operação. Apenas o operando destino e os flags são afetados.

O resultado é armazenado no operador de destino.

INSTRUÇÃO ADD

Propósito: Adição de dois operadores.

Sintaxe:

ADD destino,fonte

Esta instrução adiciona dois operadores e armazena o resultado no operador destino.

INSTRUÇÃO DIV

Propósito: Divisão sem sinal.

Sintaxe:

DIV fonte

O divisor pode ser um byte ou uma palavra e é o operador que é dado na instrução.

Se o divisor é de 8 bits, o registrador AX de 16 bits é tomado como dividendo e se o divisor é de 16 bits, o par de registradores DX:AX será tomado como dividendo, tomando a palavra alta de DX e a baixa de AX.

Se o divisor for um byte, então o quociente será armazenado no registrador AL e o resto em AH. Se for uma palavra, então o quociente é armazenado em AX e o resto em DX.

INSTRUÇÃO IDIV

Propósito: Divisão com sinal.

Sintaxe:

IDIV fonte

Consiste basicamente como a instrução DIV, diferencia-se apenas por realizar a operação com sinal.

Para os resultados são usados os mesmos registradores da instrução DIV.

INSTRUÇÃO MUL

Propósito: Multiplicação com sinal.

Sintaxe:

MUL fonte

Esta instrução realiza uma multiplicação não sinalizada entre o conteúdo do acumulador AL ou AX pelo operando-fonte, devolvendo o resultado no acumulador AX caso a operação tenha envolvido AL com um operando de 8 bits, ou em DX e AX caso a operação tenha envolvido AX e um operando de 16 bits.

INSTRUÇÃO IMUL

Propósito: Multiplicção de dois números inteiros com sinal.

Sintaxe:

IMUL fonte

Esta instrução faz o mesmo que a anterior, difere apenas pela inclusão do sinal.

Os resultados são mantidos nos mesmos registradores usados pela instrução
MUL.

INSTRUÇÃO SBB

Propósito: Subtração com carry.

Sintaxe:

SBB destino,fonte

Esta instrução subtrai os operadores e subtrai um do resultado se CF está ativado.
O operador fonte é sempre subtraído do destino.

Este tipo de subtração é usado quando se trabalha com quantidades de 32 bits.

INSTRUÇÃO SUB

Propósito: Subtração.

Sintaxe:

SUB destino,fonte

Esta instrução subtrai o operador fonte do destino.

4.3.Instruções de controle de processos

4.3.1.Instruções de salto.

Usadas para transferir o processo de execução do programa para o operador indicado.

JMP
JA (JNBE)
JAE (JNBE)
JB (JNAE)
JBE (JNA)
JE (JZ)
JNE (JNZ)
JG (JNLE)
JGE (JNL)
JL (JNGE)
JLE (JNG)
JC
JNC
JNO
JNP (JPO)
JNS
JO
JP (JPE)
JS

INSTRUÇÃO JMP

Propósito: Salto incondicional.

Sintaxe:

JMP destino

Esta instrução é usada par adesviar o curso do programa sem tomar em conta as condições atuais dos flags ou dos dados.

INSTRUÇÃO JA (JNBE)

Propósito: Salto condicional.

Sintaxe:

JA símbolo

Após uma comparação este comando salta se não é igual. Isto quer dizer que o salto só é feito se o flag CF ou o flag ZF estão desativados, ou seja, se um dos dois for zero.

INSTRUÇÃO JAE (JNB)

Propósito: Salto condicional.

Sintaxe:

JAE símbolo

A instrução salta se está up, se está equal ou se está not down.

O salto é feito se CF está desativado.

INSTRUÇÃO JB (JNAE)

Propósito: Salto condicional.

Sintaxe:

JB símbolo

A instrução salta se está down, se está not up ou se está equal.

O salto é feito se CF está ativado.

INSTRUÇÃO JBE (JNA)

Propósito: Salto condicional.

Sintaxe:

JBE símbolo

A instrução salta se está down, se está equal ou se está not up.

O salto é feito se CF ou ZF estão ativados, ou seja, se um deles for 1.

INSTRUÇÃO JE (JZ)

Propósito: Salto condicional.

Sintaxe:

JE símbolo

A instrução salta se está equal ou se está zero.

O salto é feito se ZF está ativado.

INSTRUÇÃO JNE (JNZ)

Propósito: Salto condicional.

Sintaxe:

JNE símbolo

A instrução salta se está not equal ou se está zero.

O salto é feito se ZF está desativado.

INSTRUÇÃO JG (JNLE)

Propósito: Salto condicional, e o sinal é tomado.

Sintaxe:

JG símbolo

A instrução salta se está larger, se está not larger ou se está equal.

O salto ocorre se ZF = 0 ou se OF = SF.

INSTRUÇÃO JGE (JNL)

Propósito: Salto condicional, e o sinal é tomado.

Sintaxe:

JGE símbolo

A instrução salta se está larger, se está less than ou se está equal.

O salto é feito se SF = OF.

INSTRUÇÃO JL (JNGE)

Propósito: Salto condicional, e o sinal é tomado.

Sintaxe:

JL símbolo

A instrução salta se está less than, se está not larger than ou se está equal.

O salto é feito se SF é diferente de OF.

INSTRUÇÃO JLE (JNG)

Propósito: Salto condicional, e o sinal é tomado.

Sintaxe:

JLE símbolo

A instrução salta se está less than, se está equal ou se está not larger.

O salto é feito se ZF = 1 ou se SF é diferente de OF.

INSTRUÇÃO JC

Propósito: Salto condicional, e os flags são tomados.

Sintaxe:

JC símbolo

A instrução salta se há carry.

O salto é feito se CF = 1.

INSTRUÇÃO JNC

Propósito: Salto condicional, e o estado dos flags é tomado.

Sintaxe:

JNC símbolo

A instrução salta se não há carry.

O salto é feito se CF = 0.

INSTRUÇÃO JNO

Propósito: Salto condicional, e o estado dos flags é tomado.

Sintaxe:

JNO símbolo

A instrução salta se não há overflow

O salto é feito se OF = 0.

INSTRUÇÃO JNP (JPO)

Propósito: Salto condicional, e o estado dos flags é tomado.

Sintaxe:

JNP símbolo

A instrução salta se não há paridade ou se a paridade é ímpar.

O salto é feito se PF = 0.

INSTRUÇÃO JNS

Propósito: Salto condicional, e o estado dos flags é tomado.

Sintaxe:

JNP símbolo

A instrução salta se o sinal está desativado.

O salto é feito se SF = 0.

INSTRUÇÃO JO

Propósito: Salto condicional, e o estado dos flags é tomado.

Sintaxe:

JO símbolo

A instrução salta se há overflow.

O salto é feito se OF = 1.

INSTRUÇÃO JP (JPE)

Propósito: Salto condicional, e o estado dos flags é tomado.

Sintaxe:

JP símbolo

A instrução salta se há paridade ou se a paridade é par.

O salto é feito se PF = 1.

INSTRUÇÃO JS

Propósito: Salto condicional, e o estado dos flags é tomado.

Sintaxe:

JS símbolo

A instrução salta se o sinal está ativado.

O salto é feito se SF =1.

4.3.2.Instruções para laços: LOOP.

Estas instruções transferem a execução do processo, condicional ou incondicionalmente, para um destino, repetindo a ação até o contador ser zero.

LOOP
LOOPE
LOOPNE

INSTRUÇÃO LOOP

Propósito: Gerar um laço no programa.

Sintaxe:

LOOP símbolo

A instrução LOOP decrementa CX de 1 e transfere a execução do programa para o símbolo que é dado como operador, caso CX ainda não seja 1.

INSTRUÇÃO LOOPE

Propósito: Gerar um laço no programa, considerando o estado de ZF.

Sintaxe:

LOOPE símbolo

Esta instrução decrementa CX de 1. Se CX é diferente de zero e ZF é igual a 1, então a execução do programa é transferida para o símbolo indicado como operador.

INSTRUÇÃO LOOPNE

Propósito: Gerar um laço no programa, considerando o estado de ZF.

Sintaxe:

LOOPNE símbolo

Esta instrução decrementa CX de 1 e transfere a execução do programa apenas se ZF é diferente de 0.

4.3.3.Instruções contadoras.

Estas instruções são usadas para decrementar ou incrementar o conteúdo de contadores.

DEC
INC

DEC INSTRUCTION

Propósito: Decrementar o operador.

Sintaxe:

DEC destino

Esta instrução subtrai 1 do operador destino e armazena o novo valor no mesmo operador.

INSTRUÇÃO INC

Propósito: Incrementar o operador.

Sintaxe:

INC destino

Esta instrução adiciona 1 ao operador destino e mantém o resultado no mesmo operador.

4.3.4.Instruções de comparação.

Estas instruções são usadas para comparar os operadores, e elas afetam o conteúdo dos flags.

CMP
CMPS (CMPSB) (CMPSW)

INSTRUÇÃO CMP

Propósito: Comparar os operadores.

Sintaxe:

CMP destino,fonte

Esta instrução subtrai o operador fonte do destino, mas não armazena o resultado da operação, apenas afeta o estado dos flags.

INSTRUÇÃO CMPS (CMPSB) (CMPSW)

Propósito: Comparar cadeias de um byte ou uma palavra.

Sintaxe:

CMP destino,fonte

Esta instrução compara efetuando uma subtração entre o byte ou palavra endereçado por DI, dentro do segmento extra de dados, e o byte ou palavra endereçado por SI dentro do segmento de dados, afetando o registrador de flags, mas sem devolver o resultado da subtração.

A instrução automaticamente incrementa ou decrementa os registradores de índice SI e DI, dependendo do valor do flag DF, de modo a indicar os próximos dois elementos a serem comparados. O valor de incremento ou decremento é uma de uma ou duas unidades, dependendo da natureza da operação.

Diante desta instrução, pode-se usar um prefixo para repetição, de modo a comparar dois blocos de memória entre si, repetindo a instrução de comparação até que ambos se tornem iguais ou desiguais.

4.3.5.Instruções de flag.

Estas instruções afetam diretamente o conteúdo dos flags.

CLC
CLD
CLI
CMC
STC
STD
STI

INSTRUÇÃO CLC

Propósito: Limpar o flag de carry.

Sintaxe:

CLC

Esta instrução desliga o bit correspondente ao flag de carry. Em outras palavras, ela o ajusta para zero.

INSTRUÇÃO CLD

Propósito: Limpar o flag de endereço.

Sintaxe:

CLD

Esta instrução desliga o bit correspondente ao flag de endereço.

INSTRUÇÃO CLI

Propósito: Limpar o flag de interrupção.

Sintaxe:

CLI

Esta instrução desliga o flag de interrupções, desabilitando, deste modo, interrupções mascaráveis.

Uma interrupção mascarável é aquela cujas funções são desativadas quando IF=0.

INSTRUÇÃO CMC

Propósito: Complementar o flag de carry.

Sintaxe:

CMC

Esta instrução complementa o estado do flag CF. Se CF = 0 a instrução o iguala a 1. Se CF = 1, a instrução o iguala a 0.

Poderíamos dizer que ela apenas inverte o valor do flag.

INSTRUÇÃO STC

Propósito: Ativar o flag de carry.

Sintaxe:

STC

Esta instrução ajusta para 1 o flag CF.

INSTRUÇÃO STD

Propósito: Ativar o flag de endereço.

Sintaxe:

STD

Esta instrução ajusta para 1 o flag DF.

INSTRUÇÃO STI

Propósito: Ativar o flag de insterrupção.

Sintaxe:

STI

Esta instrução ativa o flag IF, e habilita interrupções externas mascaráveis (que só funcionam quando IF = 1).

CAPÍTULO 5: INTERRUPÇÕES E GERÊNCIA DE ARQUIVOS

5.1.1.Interrupções de hardware interno

Interrupções internas são geradas por certos eventos que ocorrem durante a execução de um programa.

Este tipo de interrupções são gerenciadas, na sua totalidade, pelo hardware e não é possível modificá-las.

Um exemplo claro deste tipo de interrupções é a que atualiza o contador do clock interno do computador, o hardware chama esta interrupção muitas vezes durante um segundo.

Não nos é permitido gerenciar diretamente esta interrupção, uma vez que não se pode controlar a hora atualizada por software. Mas podemos usar seus efeitos no computador para o nosso benefício, por exemplo para criar um virtual clock atualizado continuamente pelo contador interno de clock. Para tanto, precisamos apenas ler o valor atual do contador e o transformar num formato compreensível pelo usuário.

5.1.2.Interrupções de hardware externo

Interrupções externas são geradas através de dispositivos periféricos, tais como teclados, impressoras, placas de comunicação, entre outros. São também geradas por co-processadores.

Não é possível desativar interrupções externas.

Estas interrupções não são enviadas diretamente para a CPU, mas, de uma forma melhor, são enviadas para um circuito integrado cuja função exclusiva é manusear este tipo de interrupção. O circuito, chamado PIC8259A, é controlado pela CPU através de uma série de comunicação chamada paths.

5.1.3.Interrupções de software

Interrupções de software podem ser ativadas diretamente por nossos programas assembly, invocando o número da interrupção desejada com a instrução INT.

O uso das interrupções facilita muito a criação dos programas, torna-os menores. Além disso, é fácil compreendê-las e geram boa performance.

Este tipo de interrupções podem ser separadas em duas categorias:

Interrupções do Sistema Operacional DOS e interrupções do BIOS.

A diferença entre ambas é que as interrupções do sistema operacional são mais fáceis de usar, mas também são mais lentas, uma vez que acessam os serviços do BIOS. Por outro lado, interrupções do BIOS são muito mais rápidas, mas possuem a desvantagem de serem parte do hardware, o que significa serem específicas à arquitetura do computador em questão.

A escolha sobre qual o tipo de interrupção usar irá depender somente das características que você deseja dar ao seu programa: velocidade (use BIOS), portabilidade (use DOS).

5.1.4.Interrupções mais comuns

Conteúdo

5.1.4.1.Interrupção 21H

Propósito: Chamar uma diversidade de funções DOS.

Sintaxe:

Int 21H

Nota: Quando trabalhamos com o programa TASM é necessário especificar que o valor que estamos usando está em hexadecimal.

Esta interrupção tem muitas funções, para acessar cada uma delas é necessário que o número correspondente da função esteja no registrador AH no momento da chamada da interrupção.

Funções para mostrar informações no vídeo.

    02H Exibe um caracter
    09H Exibe uma cadeia de caracteres
    40H Escreve num dispositivo/arquivo

Funções para ler informações do teclado.

    01H Entrada do teclado
    0AH Entrada do teclado usando buffer
    3FH Leitura de um dispositivo/arquivo

Funções para trabalhar com arquivos.

Nesta seção são apenas especificadas as tarefas de cada função, para uma referência acerca dos conceitos usados, veja Introdução ao gerenciamento de arquivos.

Método FCB

    0FH Abertura de arquivo
    14H Leitura seqüencial
    15H Escrita seqüencial
    16H Criação de arquivo
    21H Leitura randômica
    22H Escrita randômica

Handles

    3CH Criação de arquivo
    3DH Abertura de arquivo
    3EH Fechamento de arquivo
    3FH Leitura de arquivo/dispositivo
    40H Escrita de arquivo/dispositivo
    42H Move ponteiro de leitura/escrita num arquivo

FUNÇÃO 02H

Uso:

Mostra um caracter na tela.

Registradores de chamada:

AH = 02H
DL = Valor de caracter a ser mostrado.

Registradores de retorno:

Nenhum.

Esta função mostra o caracter cujo código hexadecimal corresponde ao valor armazenado no registrador DL, e não modifica nenhum registrador.

O uso da função 40H é recomendado ao invés desta função.

FUNÇÃO 09H

Uso:

Mostra uma cadeia de caracteres na tela.

Registradores de chamada:

AH = 09H
DS:DX = Endereço de início da cadeia de caracteres.

Registradores de retorno:

Nenhum.

Esta função mostra os caracteres, um por um, a partir do endereço indicado nos registradores DS:DX até encontrar um caracter $, que é interpretado como fim da cadeia.

É recomendado usar a função 40H ao invés desta.

FUNÇÃO 40H

Uso:

Escrever num dispositivo ou num arquivo.

Registradores de chamada:

AH = 40H
BX = Número do handle
CX = Quantidade de bytes a gravar
DS:DX = Área onde está o dado

Registradores de retorno:

CF = 0 se não houve erro

AX = Número de bytes escrito

CF = 1 se houve erro

AX = Código de erro

Para usar esta função para mostrar a informação na tela, faça o registrador BX ser igual a 1, que é o valor default para o vídeo no DOS.

FUNÇÃO 01H

Uso:

Ler um caracter do teclado e mostrá-lo.

Registradores de chamada

AH = 01H

Registradores de retorno:

AL = Caracter lido

É muito fácil ler um caracter do teclado com esta função, o código hexadecimal do caracter lido é armazenado no registrador AL. Nos caso de teclas especiais, como as de função F1, F2, além de outras, o registrador AL conterá o valor 1, sendo necessário chamar a função novamente para obter o código daquele caracter.

FUNÇÃO 0AH

Uso:

Ler caracteres do teclado e armazená-los num buffer.

Registradores de chamada:

AH = 0AH
DS:DX = Endereço inicial da área de armazenamento
BYTE 0 = Quantidade de bytes na área
BYTE 1 = Quantidade de bytes lidos
do BYTE 2 até BYTE 0 + 2 = caracteres lidos

Registradores de retorno:

Nenhum.

Os caracteres são lidos e armazenados num espaço de memória que foi definido. A estrutura deste espaço indica que o primeiro byte representará a quantidade máxima de caracteres que pode ser lida. O segundo, a quantidade de caracteres lidos e, no terceiro byte, o inicio onde eles são armazenados.

Quando se atinge a quantidade máxima permitida, ouve-se o som do speaker e qualquer caracter adicional é ignorado. Para finalizar a entrada, basta digitar [ENTER].

FUNÇÃO 3FH

Uso:

Ler informação de um dispositivo ou de um arquivo.

Registradores de chamada:

AH = 3FH
BX = Número do handle
CX = Número de bytes a ler
DS:DX = Área para receber o dado

Registradores de retorno:

CF = 0 se não há erro e AX = número de bytes lidos.
CF = 1 se há erro e AX conterá o código de erro.

FUNÇÃO 0FH

Uso:

Abrir um arquivo FCB.

Registradores de chamada:

AH = 0FH
DS:DX = Ponteiro para um FCB

Registradores de retorno:

AL = 00H se não há problemas, de outra forma retorna 0FFH

FUNÇÃO 14H

Uso:

Leitura sequencial num arquivo FCB.

Registradores de chamada:

AH = 14H
DS:DX = Ponteiro para um FCB já aberto.

Registradores de retorno:

AL = 0 se não há erros, de outra forma o código correspondente de erro retornará:
1 erro no fim do arquivo, 2 erro na estrutura FCB e 3 erro de leitura parcial.

O que esta função faz é ler o próximo bloco de informações do endereço dado por DS:DX, e atualizar este registro.

FUNÇÃO 15H

Uso:

Escrita sequencial e arquivo FCB.

Registradores de chamada:

AH = 15H
DS:DX = Ponteiro para um FCB ja aberto.

Registradores de retorno:

AL = 00H se não há erros, de outra forma conterá o código de erro: 1 disco cheio ou
arquivo somente de leitura, 2 erro na formação ou na especificação do FCB.

A função 15H atualiza o FCB após a escrita do registro para o presente
bloco.

FUNÇÃO 16H

Uso:

Criar um arquivo FCB. Registradores de chamada:

AH = 16H
DS:DX = Ponteiro para um FCB já aberto.

Registradores de retorno:

AL = 00H se não há erros, de outra forma conterá o valor 0FFH.

É baseada na informação advinda de um FCB para criar um arquivo num disco.

FUNÇÃO 21H

Uso:

Ler de modo randômico um arquivo FCB.

Registradores de chamada:

AH = 21H
DS:DX = Ponteiro para FCB aberto.

Registradores de retorno:

A = 00H se não há erro, de outra forma AH conterá o código de erro:
1 se é o fim do arquivo, 2 se há um erro de especificação no FCB e 3 se um registro foi
lido parcialmente ou o ponteiro de arquivo está no fim do mesmo.

Esta função lê o registro especificado pelos campos do bloco atual e
registro de um FCB aberto e coloca a informação na DTA, Área de
Transferência do Disco.

FUNÇÃO 22H

Uso:

Escrita randômica num arquivo FCB.

Registradores de chamada:

AH = 22H
DS:DX = Ponteiro para um FCB aberto.

Registradores de retorno:

AL = 00H se não há erro, de outra forma conterá o código de erro:
1 se o disco está cheio ou o arquivo é apenas de leitura e 2 se há um erro na especificação FCB.

Escreve o registro especificado pelos campos do bloco atual e registro de um FCB aberto. Esta informação é do conteúdo da DTA.

FUNÇÃO 3CH

Uso:

Criar um arquivo se não existe ou deixá-lo com compirmento 0 se existe.

Registradores de chamada:

AH = 3CH
CH = Atributo do arquivo
DS:DX = Nome do arquivo, no formato ASCII.

Registradores de retorno:

CF = 0 e AX informa o número do handle se não há erro. Se caso houver erro, CF será 1 e AX conterá o código de erro: 3 caminho não encontrado, 4 não há handles disponíveis e 5 acesso negado.

Esta função substitui a função 16H. O nome do arquivo é especificado numa cadeia ASCII de bytes terminados pelo caracter 0.

O arquivo criado conterá os atributos definidos no registrador CX, do seguinte modo:

Valor	Atributos
00H	Normal
02H	Hidden
04H	System
06H	Hidden e System

O arquivo é criado com permissão de leitura e escrita. Não é possível a criação de diretórios através desta função.

FUNÇÃO 3DH

Uso:

Abre um arquivo e retorna um handle.

Registradores de chamada:

AH = 3DH
AL = modo de acesso
DS:DX = Nome do arquivo, no formato ASCII.

Registradores de retorno:

CF = 0 e AX = número do handle se não há erros, de outra forma CF = 1 e AX = código de erro:
01H se a função não é válida, 02H se o arquivo não foi encontrado, 03H se o caminho não foi encontrado, 04H se não há handles disponíveis, 05H acesso negado, e 0CH se o código de acesso não é válido.

O handle retornado é de 16 bits.

O código de acesso é especificado da seguinte maneira:

```
         BITS
        7  6  5  4  3  2  1

        .  .  .  .  0  0  0      Apenas leitura
        .  .  .  .  0  0  1      Apenas escrita
        .  .  .  .  0  1  0      Leitura/Escrita
        .  .  .  x  .  .  .      RESERVADO
```

FUNÇÃO 3EH

Uso:

Fecha um arquivo (handle).

Registradores de chamada:

AH = 3EH
BX = Número do handle associado

Registradores de retorno:

CF = 0 se não há erros, ou CF será 1 e AX conterá o código de erro: 06H se o handle é inválido.

Esta função atualiza o arquivo e libera o handle que estava usando.

FUNÇÃO 3FH

Uso:

Ler uma quantidade específica de bytes de um arquivo aberto e armazená-los num buffer específico.

5.1.4.2.Interrupção 10h

Propósito: Chamar uma diversidade de funções do BIOS

Sintaxe:

Int 10H

Esta interrupção tem várias funções, todas para entrada e saída de vídeo. Para acessar cada uma delas é necessário colocar o número da função correspondente no registrador AH.

Veremos apenas as funções mais comuns da interrupção 10H.

Função 02H, seleciona a posição do cursor
Função 09H, exibe um caracter e o atributo na posição do cursor
Função 0AH, exibe um caracter na posição do cursor
Função 0EH, modo alfanumérico de exibição de caracteres

Função 02h

Uso:

Move o cursor na tela do computador usando o modo texto.

Registradores de chamada:

AH = 02H

BH = Página de vídeo onde o cursor está posicionado.

DH = linha

DL = coluna

Registradores de retorno:

Nenhum.

A posição do cursor é definida pelas suas coordenadas, iniciando-se na posição 0,0 até a posição 79,24. Logo os valores possíveis para os registradores DH e DL são: de 0 a 24 para linhas e de 0 a 79 para colunas.

Função 09h

Uso:

Mostra um determinado caracter várias vezes na tela do computador com um atributo definido, iniciando pela posição atual do cursor.

Registradores de chamada:

AH = 09H
AL = Caracter a exibir
BH = Página de vídeo, onde o caracter será mostrado
BL = Atributo do caracter
CX = Número de repetições.

Registradores de retorno:

Nenhum

Esta função mostra um caracter na tela várias vezes, de acordo com o número especificado no registrador CX, mas sem mudar a posição do cursor na tela.

Função 0Ah

Uso:

Exibe um caracter na posição atual do cursor.

Registradores de chamada:

AH = 0AH
AL = Caracter a exibir
BH = Página de vídeo onde o caracter será exibido
BL = Cor do caracter (apenas em modo gráfico)
CX = Número de repetições

Registradores de retorno:

Nenhum.

A principal diferença entre esta função e a anterior é permitir mudança nos atributos, bem como mudar a posição do cursor.

Função 0EH

Uso:

Exibir um caracter na tela do computador atualizando a posição do cursor.

Registradores de chamada:

AH = 0EH
AL = Caracter a exibir
BH = Página de vídeo onde o caracter será exibido
BL = Cor a usar (apenas em modo gráfico)

Registradores de retorno:

Nenhum

5.1.4.3.Interrupção 16H

Veremos duas funções da interrupção 16H. A exemplo das demais interrupções, usa-se o registrador AH para chamá-las.

Funções da interrupção 16h

Função 00H, lê um caracter do teclado.
Função 01H, lê o estado atual do teclado.

Função 00H Uso:

Ler um caracter do teclado.

Registradores de chamada:

AH = 00H

Registradores de retorno:

AH = Código da tecla pressionada

AL = Valor ASCII do caracter

Quando se usa esta interrupção, os programas executam até que uma tecla seja pressionada. Se é um valor ASCII, é armazenado no registrador AH. Caso contrário, o código é armazenado no registrador AL e AH=0.

Este valor de AL pode ser utilizado quando queremos detectar teclas que não estão diretamente representadas pelo seu valor ASCII, tais como [ALT][CONTROL].

Função 01h

Uso:

Ler o estado do teclado

Registradores de chamada:

AH = 01H

Registradores de retorno:

Se o registrador de flag é zero, significa que há informação no buffer de teclado na memória. Caso contrário, o buffer está vazio. Portanto o valor do registrador AH será o valor da tecla armazenada no buffer.

5.1.4.4.Interrupção 17H

Propósito: Manusear a entrada e saída da impressora.

Sintaxe:

Int 17H

Esta interrupção é usada para enviar caracteres, setar ou ler o estado de uma impressora.

Funções da interrupção 17h

- Função 00H, imprime um valor ASCII
- Função 01H, seta a impressora
- Função 02H, lê estado da impressora

Função 00H

Uso:

Imprimir um caracter numa impressora.

Registradores de chamada:

AH = 00H
AL = Caracter a imprimir
DX = Porta de conexão

Registradores de retorno:

AH = Estado da impressora

Os valores da porta a colocar no registrador DX são:

LPT1 = 0, LPT2 = 1, LPT3 = 2 ...

O estado da impressora é codificado bit a bit como segue:

BIT	1/0	SIGNIFICADO
0	1	Estado de time-out
1	-	
2	-	
3	1	Erro de entrada e saída
4	1	Impressora selecionada
5	1	Fim de papel
6	1	Reconhecimento de comunicação
7	1	A impressora está pronta para o uso

Os bits 1 e 2 bits não são relevantes

A maioria dos BIOS suportam 3 portas paralelas, havendo alguns que suportam 4.

Função 01h

Uso:

Setar uma porta paralela.

Registradores de chamada:

```
AH = 01H
DX = Porta
```

Registradores de retorno:

```
AH = Status da impressora
```

A porta definida no registrador DX pode ser: LPT1=0, LPT2=1, assim por diante.

O estado da impressora é codificado bit a bit como segue:

```
BIT 1/0 SIGNIFICADO
----------------------------------------
0 1 Estado de time-out
1 -
2 -
3 1 Erro de entrada e saída
4 1 Impressora selecionada
5 1 Fim de papel
6 1 Reconhecimento de comunicação
7 1 A impressora está pronta para o uso
```

Os bits 1 e 2 bits não são relevantes

Função 02h

Uso:

Obter o status da impressora.

Registradores de chamada:

```
AH = 01H
DX = Porta
```

Registradores de retorno

```
AH = Status da impressora
```

A porta definida no registrador DX pode ser: LPT1=0, LPT2=1, assim por diante.

O estado da impressora é codificado bit a bit como segue:

```
BIT 1/0 SIGNIFICADO
----------------------------------------
0 1 Estado de time-out
1 -
2 -
3 1 Erro de entrada e saída
4 1 Impressora selecionada
5 1 Fim de papel
6 1 Reconhecimento de comunicação
7 1 A impressora está pronta para o uso
```

Os bits 1 e 2 bits não são relevantes

5.2. Gerenciamento de Arquivos

Conteúdo:

5.2.1.Modos de trabalhar com arquivos.

Há dois modos de trabalhar com arquivos. O primeiro é através de FCB (blocos de controle de arquivo), o segundo é através de canais de comunicação, também conhecidos como handles.

O primeiro modo de manusear arquivos tem sido usado desde o sistema operacional CPM, predecessor do DOS, logo permite certas compatibilidades com muitos arquivos velhos do CPM bem como com a versão 1.0 do DOS, além deste método permitir-nos ter um número ilimitado de arquivos abertos ao mesmo tempo. Se você quiser criar um volume para o disco, a única forma é através deste método.

Depois de considerarmos as vantagens de FCB, o uso do método de Canais de Comunicação é muito simples e permite-nos um melhor manuseio de erros.

Para uma melhor facilidade, daqui por diante nos referiremos aos Blocos de Controle de Arquivo como FCBs e aos Canais de Comunicação como handles.

5.2.2.Método FCB.

5.2.2.1.INTRODUÇÃO

Há dois tipos de FCB, o normal, cujo comprimento é 37 bytes, e o extendido, com 44 bytes. Neste tutorial iremos assumir o primeiro, ou seja, quando falarmos em FCB, estaremos fazendo referência ao tipo normal (37 bytes).

O FCB é composto de informações dadas pelo programador e por informações que ele toma diretamente do sistema operacional. Quando estes tipos de arquivos são usados, só é possível se trabalhar no diretório corrente, pois FCBs não fornecem suporte ao sistema de organização de arquivos através de diretórios do DOS.

FCB é composto pelos seguintes campos:

POSIÇÃO	COMPRIMENTO	SIGNIFICADO
00H	1 Byte	Drive
01H	8 Bytes	Nome do arquivo
09H	3 Bytes	Extensão
0CH	2 Bytes	Número do bloco
0EH	2 Bytes	Tamanho do registro
10H	4 Bytes	Tamanho do arquivo
14H	2 Bytes	Data de criação
16H	2 Bytes	Hora de criação
18H	8 Bytes	Reservado
20H	1 Bytes	Registro corrente
21H	4 Bytes	Registro randômico

Para selecionar o drive de trabalho, assuma: drive A = 1; drive B = 2; etc. Se for usado 0, o drive que está sendo usado no momento será tomado como opção.

O nome do arquivo deve ser justificado à esquerda e é necessário preencher com espaços os bytes remanescentes, a extensão é colocada do mesmo modo.

O bloco corrente e o registro corrente dizem ao computador que registro será acessado nas operações de leitura e escrita. Um bloco é um grupo de 128 registros. O primeiro bloco de arquivo é o bloco 0. O primeiro registro é o registro 0, logo o último registro do primeiro bloco deve ser o 127, uma vez que a numeração é iniciada com 0 e o bloco pode conter 128 registradores no total.

5.2.2.2.ABERTURA DE ARQUIVO

Para abrir um arquivo FCB é usada a função 0FH da interrupção 21h. A unidade, o nome e a extensão do arquivo devem ser inicializadas antes da abertura.

O registrador DX deve apontar para o bloco. Se o valor FFH é retornado no registrador AH quando da chamada da interrupção, então o arquivo não foi encontrado. Se tudo der certo, o valor 0 é retornado.

Se o arquivo é aberto, então o DOS inicializa o bloco corrente em 0, o tamanho do registro para 128 bytes. O tamanho do arquivo e a sua data são preenchidos com as informações encontradas no diretório.

5.2.2.3.CRIAR UM NOVO ARQUIVO

Para a criação de arquivos é usada a função 16H da interrupção 21h.

O registrador DX deve apontar para uma estrutura de controle cujo os requisitos são de que pelo menos a unidade lógica, o nome e a extensão do arquivo sejam definidas.

Caso ocorra problema, o valor FFH deve retornar em AL, de outra forma este registrador conterá o valor 0.

5.2.2.4.ESCRITA SEQÜENCIAL

Antes de conseguirmos realizar escrita para o disco, é necessário definir a área de transferência de dados usando, para tanto, a função 1AH da interrupção 21h.

A função 1AH não retorna qualquer estado do disco nem da operação. Mas a função 15H, que usaremos para escrever para o disco, faz isso no registrador AL. Se este for igual a zero, então não há erro e os campos de registro corrente e de bloco são atualizados.

5.2.2.5.LEITURA SEQÜENCIAL

Antes de tudo, devemos definir a área de transferência de arquivo ou DTA. Para a leitura seqüencial usaremos a função 14H da interrupção 21h.

O registro a ser lido é definido pelos campos registro e bloco corrente. O registrador AL retorna o estado da operação. Se AL contém o valor 1 ou 3, significa que foi atingido o fim do arquivo. Um valor 2, por sua vez, significa que o FCB está estruturado erroneamente.

Caso não ocorra erro, AL conterá o valor 0 e os campos de registro e bloco corrente são atualizados.

5.2.2.6.LEITURA E ESCRITA RANDÔMICA

A função 21H e a função 22H da insterrupção 21h são usadas à realização, respectivamente, da escrita e leitura randômica.

O número de registro randômico e o bloco corrente são usados para calcular a posição relativa do registro a ser lido ou escrito.

O registrador AL retorna a mesma informação do que par a escrita e leitura seqüencial. A informação a ser lida será retornada na área de transferência do disco, bem como a informação a ser escrita retorna na DTA.

5.2.2.7.FECHAR UM ARQUIVO

Para fechar um arquivo usamos a função 10H da interrupção 21h.

Se após invocar esta função, o regisatrador AL conter o valor FFH, significa que o arquivo foi mudado de posição, o disco foi mudado ou há erro de acesso a disco.

5.2.3.Canais de comunicação.

5.2.3.1.TRABALHANDO COM HANDLES

O uso de handles para gerenciar arquivos traz grandes facilidades na criação de arquivos e o programador pode concentrar-se em outros aspectos da programação sem preocupar-se com detalhes que podem ser manuseados pelo sistema operacional.

A facilidade dos handles consiste em que para operarmos sobre um arquivo é apenas necessário definirmos o nome do mesmo e o número de handle a usar, todo o resto da informação é manuseada internamente pelo DOS.

Quando usamos este método para trabalhar com arquivos, não há distinção entre acesso seqüencial ou randômico, o arquivo é simplesmente tomado como uma rede de bytes.

5.2.3.2.FUNÇÕES PARA USAR HANDLES

As funções usadas para o manuseio de arquivos através de handles são descritas na página sobre: Interrupções, na seção dedicada à interrupção 21h.

CAPÍTULO 6: MACROS E PROCEDIMENTOS

6.1.Procedimentos

6.1.1.Definição de um procedimento

Um procedimento é uma coleção de instruções para as quais é possível direcionar o curso de nosso programa, e uma vez que a execução destas instruções do procedimento tenha acabado, o controle retorna para linha que segue à que chamou o procedimento.

Procedimentos nos ajudam a criar programas legíveis e fáceis de modificar.

Quando se invoca um procedimento, o endereço da próxima instrução do programa é mantido na pilha, de onde é recuperado quando do retorno do procedimento.

6.1.2.Sintaxe de um procedimento

Há dois tipos de procedimentos, os intrasegments, que se localizam no mesmo segmento da instrução que o chama, e os inter segments, que podem se localizar em diferentes segmentos de memória.

Quando os procedimentos intrasegments são usados, o valor de IP é armazenado na pilha e quando os procedimentos inter segments são usados o valor de CS:IP é armazenado. Lembre-se que o registrador CS indica qual o segmento de código.

A diretiva que chama um procedimento é como segue:

```
CALL NomedoProcedimento
```

As partes que compõem um procedimento são as seguintes:

Declaração do procedimento
Código do procedimento
Diretiva de retorno
Término do procedimento

Por exemplo, se quisermos uma rotina que soma dois bytes armazenados em AH e AL, e o resultado da soma em BX:

```
Soma Proc Near    ; Declaração do Procedimento
Mov BX, 0         ; Conteúdo do Procedimento...
Mov BL, AH
Mov AH, 00
Add BX, AX
Ret               ; Diretiva de retorno
Soma EndP         ; Fim do Procedimento
```

Na declaração, a primeira palavra, Soma, corresponde ao nome do procedimento. Proc declara-o e a palavra Near indica que o procedimento é do tipo intrasegment, ou seja, no mesmo segmento. A diretiva Ret carrega IP com o endereço armazenado na pilha para retornar ao programa que chamou. Finalmente, Soma EndP indica o fim do procedimento.

Para declarar um procedimento inter segment, basta substituir a palavra Near para FAR.

A chamada deste procedimento é feito de modo idêntico:

```
Call Soma
```

Macros oferecem uma grande flexibilidade na programação, comparadas aos procedimentos.

6.2.Macros

6.2.1.Definição de uma Macro

Uma macro é um grupo de instruções repetitivas em um programa que são codificadas apenas uma vez e, assim, poupam espaço, podendo ser utilizadas tantas vezes quantas forem necessário.

A principal diferença entre uma macro e um procedimento é que numa macro é possível a passagem de parâmetros e num procedimento não. No momento em que a macro é executada, cada parâmetro é substituído pelo nome ou valor especificado na hora da chamada.

Podemos dizer, desta forma, que um procedimento é uma extensão de um determinado programa, enquanto que uma macro é um módulo que especifica funções que podem ser utilizadas por diferentes programas.

Uma outra diferença entre uma macro e um procedimento é o modo de chamada de cada um. Para chamar um procedimento, se faz necessário a diretiva CALL, por outro lado, para chamada de macros é feita com se fosse uma instrução normal da linguagem assembly.

6.2.2.Sintaxe de uma Macro

As partes que compõem uma macro são as seguintes:

Declaração da macro
Código da macro
Diretiva de término da macro

A declaração da macro é feita como se segue:

```
NomeMacro MACRO [parâmetro1, parâmetro2...]
```

Do mesmo modo que temos a funcionalidade dos parâmetros, é possível também a criação de uma macro que não os possua.

A diretiva de término da macro é: ENDM

Um exemplo de uma macro para colocar o cursor numa determinada posição da tela:

```
Pos MACRO  Linha, Coluna
  PUSH AX
  PUSH BX
  PUSH DX
  MOV AH, 02H
  MOV DH, Linha
  MOV DL, Coluna
  MOV BH, 0
  INT 10H
  POP DX
  POP BX
  POP AX
ENDM
```

Para usar uma macro basta chamá-la pelo seu nome, tal como se fosse qualquer instrução na linguagem assembly:

```
Pos 8, 6
```

6.2.3.Biblioteca de Macros

Uma das facilidades oferecidas pelo uso de macros é a criação de bibliotecas, que são grupo de macros, podendo ser incluídas num programa originárias de arquivos diferentes.

A criação destas bibliotecas é muito simples. Criamos um arquivo com todas as macros que serão necessárias e o salvamos como um arquivo texto.

Para incluir uma biblioteca num programa, basta colocar a seguinte instrução Include NomedoArquivo na parte inicial do programa, antes da declaração do modelo de memória.

Supondo que o arquivo de macros tenha sido salvo com o nome de MACROS.TXT, a instrução Include seria utilizada do seguinte modo:

```
  ;Início do programa
        Include MACROS.TXT
        .MODEL SMALL
        .DATA
          ;Os dados vão aqui
        .CODE
        Inicio:
          ;O código do programa começa aqui
        .STACK
          ;A pilha é declarada
        End Inicio
          ;Fim do programa
```

CAPÍTULO 7: EXEMPLOS DE PROGRAMAS

7.1.Exemplos de Programas com Debug

Nesta seção forneceremos alguns programas feitos no debug do DOS. Você pode executar cada programa assembly usando o comando "g" (go), para ver o que cada programa faz.

Procedimento

Primeiro passo

Carregar o programa exemplo

Por exemplo:

```
C:\>debug
-n one.com
-l
-u 100 109
0D80:0100 B80600        MOV     AX,0006
0D80:0103 BB0400        MOV     BX,0004
0D80:0106 01D8          ADD     AX,BX
0D80:0108 CD20          INT     20
-
```

Nota:

-n one.com

Dar nome ao programa a ser carregado

-l

Carregá-lo

-u 100 109

Desmontar o código do endereço inicial ao final especificado

Segundo passo

Digite o comando g
Por exemplo:

```
-g

Program terminated normally
-
```

Exemplos de programas no Debug

Primeiro exemplo

```
-a0100
297D:0100     MOV     AX,0006    ;Põe o valor 0006 no registrador AX
297D:0103     MOV     BX,0004    ;Põe o valor 0004 no registrador BX
297D:0106     ADD     AX,BX      ;Adiciona BX ao conteúdo de AX
297D:0108     INT     20         ;Finaliza o Programa
```

A única coisa que este programa faz é salvar dois valores em dois registradores e adicionar o valor de um ao outro.

Segundo exemplo

```
- a100
0C1B:0100 jmp 125 ;Salta para o endereço 125h
0C1B:0102 [Enter]
- e 102  'Hello, How are you ?' 0d 0a '$'
- a125
0C1B:0125 MOV DX,0102 ;Copia a string para registrador DX
0C1B:0128 MOV CX,000F ;Quantas vezes a string será mostrada
0C1B:012B MOV AH,09   ;Copia o valor 09 para registrador AH
0C1B:012D INT 21      ;Mostra a string
0C1B:012F DEC CX      ;Subtrai 1 de CX
0C1B:0130 JCXZ 0134   ;Se CX é igual a 0 salta para o endereço 0134
0C1B:0132 JMP 012D    ;Salta ao endereço 012D
0C1B:0134 INT 20      ;Finaliza o programa
```

Este programa mostra 15 vezes na tela a string de caracteres.

Terceiro exemplo

```
-a100
297D:0100       MOV     AH,01    ;Função para mudar o cursor
297D:0102       MOV     CX,0007  ;Formata o cursor
297D:0105       INT     10       ;Chama interrupção do BIOS
297D:0107       INT     20       ;Finaliza o programa
```

Este programa muda o formato do cursor.

Quarto exemplo

```
-a100
297D:0100       MOV     AH,01    ;Função 1 (lê caractere do teclado)
297D:0102       INT     21       ;Chama interrupção do DOS
297D:0104       CMP     AL,0D    ;Compara se o caractere lido é um ENTER
297D:0106       JNZ     0100     ;Se não é, lê um outro caractere
297D:0108       MOV     AH,02    ;Função 2 (escreve um caractere na tela)
297D:010A       MOV     DL,AL    ;Character to write on AL
297D:010C       INT     21       ;Chama interrupção do DOS
297D:010E       INT     20       ;Finaliza o programa
```

Este programa usa a interrupção 21h do DOS. Usa duas funções da mesma: a primeira lê um caractere do teclado (função 1) e a segundo escreve um caractere na tela. O programa lê caracteres do teclado até encontrar um ENTER.

Quinto exemplo

```
-a100
297D:0100       MOV     AH,02     ;Função 2 (escreve um caractere na tela)
297D:0102       MOV     CX,0008   ;Põe o valor 0008 no registrador CX
297D:0105       MOV     DL,00     ;Põe o valor 00 no registrador DL
297D:0107       RCL     BL,1      ;Rotaciona o byte em BL um bit para a esquerda
297D:0109       ADC     DL,30     ;Converte o registrador de flag para 1
297D:010C       INT     21        ;Chama interrupção do DOS
297D:010E       LOOP    0105      ;Salta se CX > 0 para o endereço 0105
297D:0110       INT     20        ;Finaliza o programa
```

Este programa mostra na tela um número binário através de um ciclo condicional (LOOP) usando a rotação do byte.

Sexto exemplo

```
-a100
297D:0100       MOV     AH,02     ;Função 2 (escreve um caractere na tela)
297D:0102       MOV     DL,BL     ;Põe o valor de BL em DL
297D:0104       ADD     DL,30     ;Adiciona o valor 30 a DL
297D:0107       CMP     DL,3A     ;Compara o valor 3A com o conteúdo de DL
                                    ;seu valor apenas modifica o estado carry flag
297D:010A       JL      010F      ;salta ao endereço 010f, se for menor
297D:010C       ADD     DL,07     ;Adiciona o valor 07 a DL
297D:010F       INT     21        ;Chama interrupção do DOS
297D:0111       INT     20        ;Finaliza o programa
```

Este programa imprime um valor zero em dígitos hexadecimais.

Sétimo exemplo

```
-a100
297D:0100       MOV     AH,02    ;Função 2 (escreve um caractere na tela)
297D:0102       MOV     DL,BL    ;Põe o valor de BL em DL
297D:0104       AND     DL,0F    ;Transporta fazendo AND dos números bit a bit
297D:0107       ADD     DL,30    ;Adiciona 30 a Dl
297D:010A       CMP     DL,3A    ;Compara Dl com 3A
297D:010D       JL      0112     ;Salta ao endereço 0112, se menor
297D:010F       ADD     DL,07    ;Adiciona 07 a DL
297D:0112       INT     21       ;Chama interrupção do DOS
297D:0114       INT     20       ;Finaliza o programa
```

Este programa é usado para imprimir dois dígitos hexadecimais.

Oitavo exemplo

```
-a100
297D:0100     MOV     AH,02    ;Função 2 (escreve um caractere na tela)
297D:0102     MOV     DL,BL    ;Põe o valor de BL em DL
297D:0104     MOV     CL,04    ;Põe o valor 04 em CL
297D:0106     SHR      DL,CL     ;Desloca os 4 bits mais altos do número ao nibble
mais à direita
297D:0108     ADD     DL,30    ;Adiciona 30 a DL
297D:010B     CMP     DL,3A    ;Compara Dl com 3A
297D:010E     JL      0113     ;Salta ao endereço 0113, se menor
297D:0110     ADD     DL,07    ;Adiciona 07 a DL
297D:0113     INT     21       ;Chama interrupção do DOS
297D:0115     INT     20       ;Finaliza o programa
```

Este programa imprime o primeiro de dois dígitos hexadecimais.

Nono exemplo

```
0-a100
297D:0100     MOV     AH,02   ;Função 2 (escreve um caractere na tela)
297D:0102     MOV     DL,BL   ;Põe o valor de BL em DL
297D:0104     MOV     CL,04   ;Põe o valor 04 em CL
297D:0106      SHR      DL,CL    ;Desloca os 4 bits mais altos do número ao nibble
mais à direita
297D:0108     ADD     DL,30   ;Adiciona 30 a DL
297D:010B     CMP     DL,3A   ;Compara Dl com 3A
297D:010E     JL      0113    ;Salta ao endereço 0113, se menor
297D:0110     ADD     DL,07   ;Adiciona 07 a DL
297D:0113     INT     21      ;Chama interrupção do DOS
297D:0115     MOV     DL,BL   ;Põe o valor de BL em DL
297D:0117     AND     DL,0F   ;Transporta fazendo AND dos números bit a bit
297D:011A     ADD     DL,30   ;Adiciona 30 a DL

297D:011D     CMP     DL,3A   ;Compara Dl com 3A
297D:0120     JL      0125    ;Salta ao endereço 0125, se menor
297D:0122     ADD     DL,07   ;Adiciona 07 a DL
297D:0125     INT     21      ;Chama interrupção do DOS
297D:0127     INT     20      ;Finaliza o programa
```

Este programa imprime o segundo de dois dígitos hexadecimais.

Décimo exemplo

```
-a100
297D:0100      MOV     AH,01   ;Função 1 (lê caractere do teclado)
297D:0102      INT     21      ;Chama interrupção do DOS
297D:0104      MOV     DL,AL   ;Põe o valor de AL em DL
297D:0106      SUB     DL,30   ;Subtrai 30 de DL
297D:0109      CMP     DL,09   ;Compara DL com 09
297D:010C      JLE     0111    ;Salta ao endereço 0111, se menor ou igual
297D:010E      SUB     DL,07   ;Subtrai 07 de DL
297D:0111      MOV     CL,04   ;Põe o valor 04 em CL
297D:0113      SHL     DL,CL   ;Insere zeros à direita
297D:0115      INT     21      ;Chama interrupção do DOS
297D:0117      SUB     AL,30   ;Subtrai 30 de AL
297D:0119      CMP     AL,09   ;Compara AL com 09
297D:011B      JLE     011F    ;Salta ao endereço 011f, se menor ou igual
297D:011D      SUB     AL,07   ;Subtrai 07 de AL
297D:011F      ADD     DL,AL   ;Adiciona AL a DL
297D:0121      INT     20      ;Finaliza o programa
```

Este programa pode ler dois dígitos hexadecimais.

Décimo primeiro exemplo

```
-a100
297D:0100     CALL    0200   ;Chama um procedimento
297D:0103     INT     20     ;Finaliza o programa

-a200
297D:0200     PUSH    DX     ;Põe o valor de DX na pilha
297D:0201     MOV     AH,08  ;Função 8
297D:0203     INT     21     ;Chama interrupção do DOS
297D:0205     CMP     AL,30  ;Compara AL com 30
297D:0207     JB      0203   ;Salta se CF é ativado ao endereço 0203
297D:0209     CMP     AL,46  ;Compara AL com 46
297D:020B     JA      0203   ;Salta ao endereço 0203, se diferente
297D:020D     CMP     AL,39  ;Compara AL com 39
297D:020F     JA      021B   ;Salta ao endereço 021B, se diferente
297D:0211     MOV     AH,02  ;Função 2 (escreve um caractere na tela)
297D:0213     MOV     DL,AL  ;Põe o valor de AL em DL
297D:0215     INT     21     ;Chama interrupção do DOS
297D:0217     SUB     AL,30  ;Subtrai 30 de AL
297D:0219     POP     DX     ;Extrai o valor de DX da pilha
297D:021A     RET            ;Retorna o controle ao programa principal
297D:021B     CMP     AL,41  ;Compara AL com 41
297D:021D     JB      0203   ;Salta se CF é ativado ao endereço 0203
297D:021F     MOV     AH,02  ;Função 2 (escreve um caractere na tela)
297D:022      MOV     DL,AL  ;Põe o valor AL em DL
297D:0223     INT     21     ;Chama interrupção do DOS
297D:0225     SUB     AL,37  ;Subtrai 37 de AL
297D:0227     POP     DX     ;Extrai o valor de DX da pilha
297D:0228     RET            ;Retorna o controle ao programa principal
```

Este programa se mantém lendo caracteres até receber um que possa ser convertido para um número hexadecimal.

7.2.Exemplos de Programas com TASM

Nesta seção forneceremos a você vários exemplos de programas a serem montados fazendo uso do TASM da Borland.

Procedimento:

Para montá-los, siga os seguintes passos:

Primeiro passo

Montar o programa
Por exemplo:

```
C:\>tasm one.asm
Turbo Assembler  Version 2.0  Copyright (c) 1988, 1990 Borland International

Assembling file:   one.asm
Error messages:    None
Warning messages:  None
Passes:            1
Remaining memory:  471k

C:\>
```

Isto criará um programa objeto com o mesmo nome do fonte, neste caso: one.obj

Segundo passo

Criar o programa executável

Por exemplo:

```
C:\>tlink one.obj
Turbo Link  Version 3.0 Copyright (c) 1987, 1990 Borland International

C:\>
```

Isto cria o programa executável com o mesmo nome do objeto e com extensão diferente, one.exe

Terceiro passo

Rodar o programa executável. Basta digitar o nome do programa criado.

Exemplos de Programas Assembly

Primeiro exemplo

```
;nome do programa: one.asm
;
.model small
.stack
.code
   mov AH,1h       ;Função 1 do DOS
   Int 21h         ;lê o caracter e returna o código ASCII ao registrador AL
   mov DL,AL       ;move o código ASCII para o registrador DL
   sub DL,30h      ;subtrai de 30h para converter a um dígito de 0 a 9
   cmp DL,9h       ;compara se o dígito está entre 0 e 9
   jle digit1      ;se verdadeiro obtém o primeiro número (4 bits)
   sub DL,7h       ;se falso, subtrai de 7h para converter a uma letra A-F
digit1:
   mov CL,4h       ;prepara para multiplicar por 16
   shl DL,CL       ;multiplica para converter dentro dos 4 bits mais altos
   int 21h         ;obtém o próximo caracter
   sub AL,30h      ;repete a operação de conversão
   cmp AL,9h       ;compara o valor 9h com o conteúdo do registrador AL
   jle digit2      ;se verdadeiro, obtém o segundo dígito
   sub AL,7h       ;se falso, subtrai de 7h
digit2:
   add DL,AL       ;adiciona o segundo dígito
   mov AH,4Ch      ;função 4Ch do DOS (exit)
   Int 21h         ;interrupção 21h
   End             ;finaliza o programa
```

Este programa lê dois caracteres e os imprime na tela

Segundo exemplo

```
;nome do programa: two.asm
.model small
.stack
.code
PRINT_A_J       PROC
     MOV DL,'A'      ;move o character A para o registrador DL
     MOV CX,10       ;move o valor decimal 10 para o registrador CX
                     ;este valor é usado para fazer laço com 10 interações
PRINT_LOOP:
     CALL WRITE_CHAR ;Imprime o caracter em DL
     INC DL          ;Incrementa o valor do registrador DL
     LOOP PRINT_LOOP ;Laço para imprimir 10 caracteres
     MOV AH,4Ch      ;Função 4Ch, para sair ao DOS
     INT 21h         ;Interrupção 21h
PRINT_A_J       ENDP ;Finaliza o procedimento

WRITE_CHAR      PROC
     MOV AH,2h       ;Função 2h, imprime caracter
     INT 21h         ;Imprime o caracter que está em DL
     RET             ;Retorna o controle ao procedimento que chamou
WRITE_CHAR      ENDP ;Finaliza o procedimento
     END  PRINT_A_J  ;Finaliza o programa
```

Este programa mostra os caracteres ABCDEFGHIJ na tela.

Terceiro exemplo

```
;nome do programa: three.asm
.model small
.STACK
.code

TEST_WRITE_HEX    PROC
      MOV DL,3Fh      ;Move o valor 3Fh para o registrador DL
      CALL WRITE_HEX  ;Chama a sub-rotina
      MOV AH,4CH      ;Função 4Ch
      INT 21h         ;Retorna o controle ao DOS
TEST_WRITE_HEX ENDP   ;Finaliza o procedimento

      PUBLIC WRITE_HEX
;.....................................................;
;Este procedimento converte para hexadecimal o byte      ;
;armazenado no registrador DL e mostra o dígito          ;
;Use:WRITE_HEX_DIGIT                                     ;
;.....................................................;

WRITE_HEX    PROC
      PUSH CX        ;coloca na pilha o valor do registrador CX
      PUSH DX        ;coloca na pilha o valor do registrador DX
      MOV DH,DL      ;move o valor do registrador DL para o registrador DH
      MOV CX,4       ;move o valor 4 para o registrador CX
      SHR DL,CL
CALL WRITE_HEX_DIGIT ;mostra na tela o primeiro número hexadecimal
      MOV DL,DH      ;move o valor do registrador DH para o registrador DL
      AND DL,0Fh
CALL WRITE_HEX_DIGIT ;mostra na tela o segundo número hexadecimal
      POP DX         ;retira da pilha o valor do registrador DX
      POP CX         ;retira da pilha o valor do registrador CX
      RET            ;Retorna o controle ao procedimento que chamou
WRITE_HEX  ENDP

      PUBLIC WRITE_HEX_DIGIT
;......................................................................;
;Este procediento converte os 4 bits mais baixos do registrador DL     ;
;para um número hexadecimal e o mostrana tela do computador            ;
;Use: WRITE_CHAR                                                       ;
;......................................................................;

WRITE_HEX_DIGIT    PROC
      PUSH DX                ;coloca na pilha o valor de DX
      CMP DL,10              ;compara se o número de bits é menor do que 10
      JAE HEX_LETTER         ;se não, salta para HEX_LETER
      ADD DL,"0"             ;se sim, converte para número
      JMP Short WRITE_DIGIT ;escreve o caracter
HEX_LETTER:
      ADD DL,"A"-10          ;converte um caracter para hexadecimal
WRITE_DIGIT:
      CALL WRITE_CHAR        ;imprime o caracter na tela
      POP DX                 ;Retorna o valor inicial do registrador DX
                             ;para o registrador DL
      RET                    ;Retorna o controle ao procedimento que chamou
WRITE_HEX_DIGIT   ENDP

      PUBLIC WRITE_CHAR
```

```
;.................................................................;
;Este procedimento imprime um caracter na tela usando o D.O.S.        ;
;.................................................................;

WRITE_CHAR   PROC
      PUSH AX       ;Coloca na pilha o valor do registarador AX
      MOV AH,2      ;Função 2h
      INT 21h       ;Interrupção 21h
      POP AX        ;Extrai da pilha o valor de AX
      RET           ;Retorna o controle ao procedimento que chamou
WRITE_CHAR   ENDP

      END TEST_WRITE_HEX ;Finaliza o programa
```

Quarto exemplo

```
;nome do programa: four.asm
.model small
.stack
.code

TEST_WRITE_DECIMAL    PROC
      MOV DX,12345       ;Move o valor decimal 12345 para o registrador DX
      CALL WRITE_DECIMAL ;Chama o procedimento
      MOV AH,4CH         ;Função 4Ch
      INT 21h            ;Interrupção 21h
TEST_WRITE_DECIMAL ENDP  ;Finaliza o procedimento

      PUBLIC WRITE_DECIMAL
;.................................................................;
;Este procedimento escreve um número de 16 bit como um número     ;
;sem sinal em notação decimal                                     ;
;Use: WRITE_HEX_DIGIT                                              ;
;.................................................................;

WRITE_DECIMAL    PROC
      PUSH AX   ;Põe na pilha o valor do registrador AX
      PUSH CX   ;Põe na pilha o valor do registrador CX
      PUSH DX   ;Põe na pilha o valor do registrador DX
      PUSH SI   ;Põe na pilha o valor do registrador SI
      MOV AX,DX ;move o valor do registrador DX para AX
      MOV SI,10 ;move o valor 10 para o registrador SI
      XOR CX,CX ;zera o registrador CX
NON_ZERO:
      XOR DX,DX ;zera o registrador CX
      DIV SI    ;divizão entre SI
      PUSH DX   ;Põe na pilha o valor do registrador DX
      INC CX    ;incrementa CX
      OR AX,AX  ;não zero
      JNE NON_ZERO  ;salta para NON_ZERO
WRITE_DIGIT_LOOP:
      POP DX    ;Retorna o valor em modo reverso
      CALL WRITE_HEX_DIGIT  ;Chama o procedimento
      LOOP WRITE_DIGIT_LOOP ;loop
END_DECIMAL:
      POP SI    ;retira da pilha o valor do registrador SI
      POP DX    ;retira da pilha o valor do registrador DX
      POP CX    ;retira da pilha o valor do registrador CX
      POP AX    ;retira da pilha o valor do registrador AX
```

```
      RET       ;Retorna o controle ao procedimento que chamou
WRITE_DECIMAL   ENDP ;Finaliza o procedimento

      PUBLIC WRITE_HEX_DIGIT
;..................................................................;
;                                                                  ;
;Este procedimento converte os 4 bits mais baixos do registrador DL    ;
;num número hexadecimal e os imprime                               ;
;Use: WRITE_CHAR                                                   ;
;..................................................................;

WRITE_HEX_DIGIT    PROC
      PUSH DX         ;Põe na pilha o valor do registrador DX
      CMP DL,10       ;Compara o valor 10 com o valor do registrador DL
      JAE HEX_LETTER  ;se não, salta para HEX_LETER
      ADD DL,"0"      ;se é, converte em dígito numérico
      JMP Short WRITE_DIGIT ;escreve o caracter
HEX_LETTER:
      ADD DL,"A"-10   ;converte um caracter para um número hexadecimal
WRITE_DIGIT:
      CALL WRITE_CHAR ;mostra o caracter na tela
      POP DX          ;Retorna o valor inicial para o registrador DL
      RET             ;Retorna o controle ao procedimento que chamou
WRITE_HEX_DIGIT   ENDP

      PUBLIC WRITE_CHAR
;..................................................................;
;Este procedimento imprime um caracter na tela usando uma função D.O.S.;
;..................................................................;

WRITE_CHAR   PROC
      PUSH AX   ;Põe na pilha o valor do registrador AX
      MOV AH,2h ;Função 2h
      INT 21h   ;Interrupção 21h
      POP AX    ;Retira da pilha o valor inicial do registrador AX
      RET       ;Retorna o controle ao procedimento que chamou
WRITE_CHAR   ENDP

      END TEST_WRITE_DECIMAL ;finaliza o programa
```

Este programa mostra na tela os números 12345

Quinto exemplo

```
;nome do programa: five.asm
.model small
.stack
.code

PRINT_ASCII       PROC
      MOV DL,00h       ;move o valor 00h para o registrador DL
      MOV CX,255       ;move o valor decimal 255 para o registrador CX
                       ;usado para fazer um laço com 255 interações
PRINT_LOOP:
      CALL WRITE_CHAR  ;Chama o procedimento que imprime
      INC DL           ;Incrementa o valor do registrador DL
      LOOP PRINT_LOOP  ;Loop para imprimir 10 caracteres
      MOV AH,4Ch       ;Função 4Ch
      INT 21h          ;Interrupção 21h
```

```
PRINT_ASCII       ENDP ;Finaliza o procedimento

WRITE_CHAR      PROC
      MOV AH,2h        ;Função 2h para imprimir um caracter
      INT 21h          ;Imprime o caracter que está em DL
      RET              ;Retorna o controle ao procediemento que chamou
WRITE_CHAR      ENDP   ;Finaliza o procedimento

      END  PRINT_ASCII  ;Finaliza o programa
```

Este programa mostra na tela o valor dos 256 caracteres do código ASCII.

CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFIA

Créditos:

Monico Briseño C., Engenheiro
    Idéia Original
    Desenvolvimento e Implementação da edição 1996

Hugo Eduardo Pérez P.
    Desenvolvimento e Implementação da edição 1995

Víctor Hugo Avila B.
    Versão Inglesa

Jeferson Botelho do Amaral
    Versão Portuguesa

Ana María Peraza
    Programadora de Linguagem Assembly

Graciela Salcedo Mancilla
    Programadora Tcl/Tk

Juan Olmos Monroy
    Designer Gráfico

Referências Bibliográficas:

Assembly Language For IBM Microcomputers
    J. Terry Godfrey
    Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
    Mexico

Basic Assembler
    A. Rojas
    Ed Computec Editores S.A. de C.V.
    Mexico

IBM Personal Computer Assembly Language Tutorial
    Joshua Auerbach
    Yale University

Organização Estruturada de Computadores
    Andrew S. Tanenbaum
    Prentice Hall do Brasil

Guia do Programador para as Placas EGA e VGA
    Richard F. Ferraro
    Ed. Ciência Moderna

Programando em Assembler 8086/8088
    Jeremias R. D. Pereira dos Santos
    Edison Raymundi Junior
    McGraw-Hill

Assembly IBM PC - Técnicas de Programação
    Alan R. Miller
    EBRAS, Editora Brasileira

Linguagem Assembly para IBM PC
Peter Norton
John Socha
Editora Campus

C - Caixa de Ferramentas
Carlos Augusto P. Gomes
Antonio Carlos Barbosa
Editora Érica

Interrupções MS-DOS, ROM-BIOS
Eurico Soalheiro Brás
McGraw-Hill

Desenvolvimento de Software Básico
Leland L. Beck
Editora Campus

Programação Assembly 80386 - Guia Prático para Programadores
Ross P. Nelson
McGraw-Hill